



DIPARTIMENTO DI FISICA

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ROMA "TOR VERGATA"

RIVISTA ANNUALE

DEL DIPARTIMENTO DI FISICA

2021

ea
ANICIA

RIVISTA ANNUALE

DEL DIPARTIMENTO DI FISICA

2021

A cura di:

Alice Aldi, Giordano Amicucci, Laura Calconi, Liù M. Catena

Direttore: Pasquale Mazzotta

Vice-Direttore: Lucio Cerrito

Segretario Amministrativo: Liù M. Catena

Comitato Scientifico della Newsletter del Dipartimento di Fisica:

Viviana Fafone, Mauro Sbragaglia, Roberto Senesi, Francesco Tombesi

www.fisica.uniroma2.it

ea
anicia



Alice Aldi è un Funzionario amministrativo del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata" e un Dottore di Ricerca in Fisica, titolo conseguito presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata". Svolge un'attività di ricerca nel campo della Fisica Teorica delle Alte Energie nell'ambito della Teoria delle Stringhe. È attivamente impegnata nella diffusione della cultura scientifica sia in ambito accademico che non accademico.

Giordano Amicucci è un Tecnico, di area tecnico-scientifica ed elaborazione dati, del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata". Cura gli aspetti informatici di progetti di orientamento, formazione insegnanti e terza missione. Dal 2016, è uno dei curatori della Newsletter del Dipartimento di Fisica.

Laura Calconi è un Funzionario amministrativo del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata". Ricopre inoltre l'incarico di Coordinamento delle attività Erasmus della Macroarea di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali del medesimo Ateneo.

Liù M. Catena è il Segretario Amministrativo del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata". Cura, dal 2016, la Newsletter del Dipartimento. Progetta eventi didattici, scientifici ed editoriali. Ha pubblicato diversi libri con la Springer, la Mondadori Università e la Anicia. Fa parte del Comitato per lo Sviluppo della Cultura Scientifica e Tecnologica del Ministero dell'Istruzione.

ISBN: 9788867096312

Prima edizione: maggio 2022

© 2022 - Editoriale Anicia S.r.l.

Sede legale: Via S. Francesco a Ripa n. 67

00153 Roma - Tel. (+39) 065898028 / 065882654

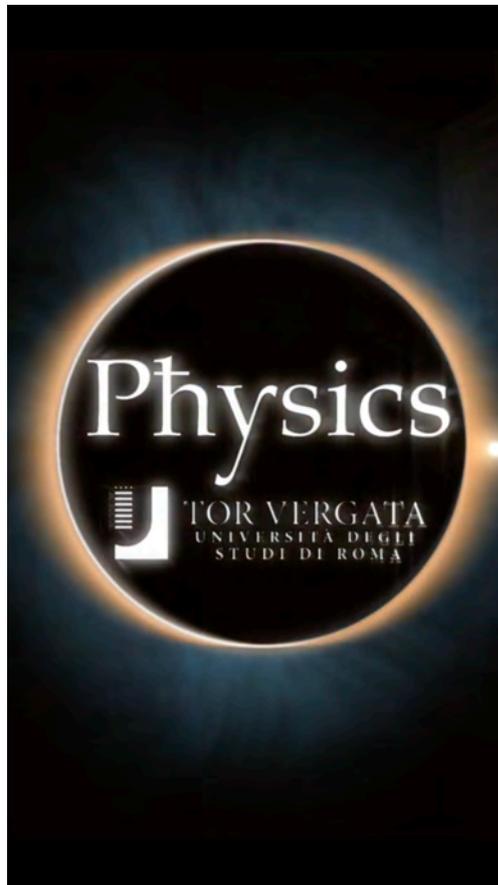
www.edizionianicia.it - info@anicia.it / editoria@anicia.it

I diritti di traduzione, di riproduzione, di memorizzazione elettronica, di adattamento totale o parziale, con qualsiasi mezzo (compresi i microfilm e le copie fotostatiche) sono riservati per tutti i Paesi. Ogni permesso deve essere dato per iscritto dall'Editore.

Le fotocopie per uso personale del lettore possono essere effettuate nei limiti del 15% di ciascun volume dietro pagamento alla SIAE del compenso previsto dall'art. 68, commi 4 e 5, della legge 22 aprile 1941 n. 633.

Indice

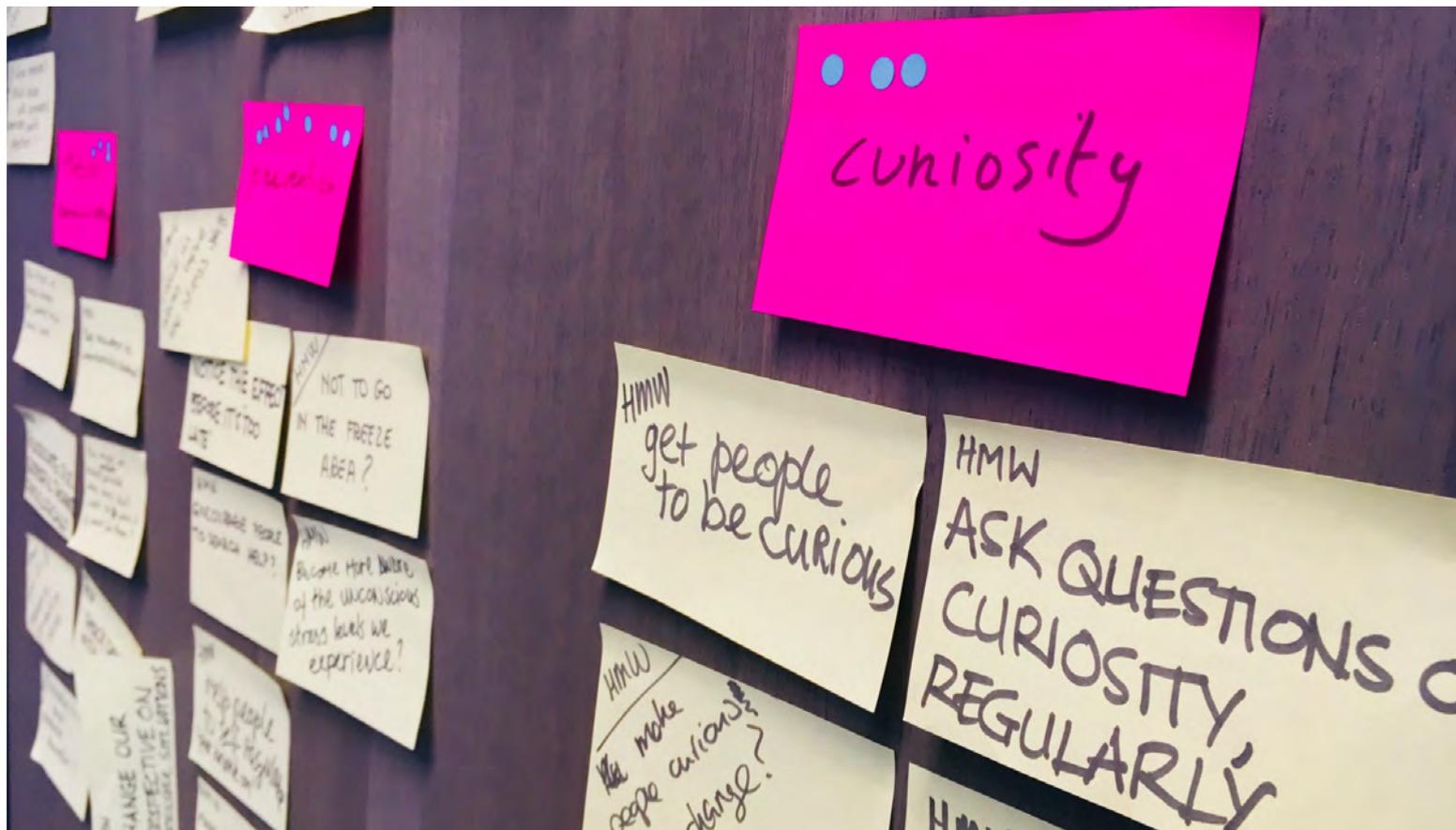
SEGUI IL DIPARTIMENTO	9
EVENTI	11
RICERCA	17
NEWS	19
PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW	43
TESI DI DOTTORATO	103
<i>Fisica</i>	104
<i>Astronomy, Astrophysics and Space Science</i>	102
DIDATTICA	115
NEWS	117
TESI MAGISTRALI	123
<i>Fisica</i>	124
TERZA MISSIONE	127
<i>PERSONALE</i>	135





SEGUI IL DIPARTIMENTO

In questa sezione sono riportati gli eventi organizzati presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata". Vengono anche riproposte le occasioni di carattere mediatico che hanno visto protagonisti membri del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata".



EVENTI

IL MOSAICO DEL COSMO



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



All'interno del Festival dell'Astronomia Galassica si è tenuta la tavola rotonda Il Mosaico del Cosmo. Dalle primissime osservazioni del cielo alla rivelazione delle onde gravitazionali, sono molteplici le scoperte che ci hanno permesso di costruire una fotografia composta dell'Universo, ma altrettanti rimangono ancora i territori inesplorati e i misteri da svelare, primo fra tutti quello della materia e dell'energia oscura. È intervenuta alla tavola la Prof.ssa Viviana Fafone del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Vergata" e dell'INFN, che ha illustrato le differenti modalità in cui si può guardare l'Universo, nel tentativo di comporre una raffigurazione che racchiuda la sua elegante complessità.

L'ATTIVITÀ SOLARE E IL SUO IMPATTO SULL'AMBIENTE CIRCUMTERRESTRE E TERRESTRE



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



L'Accademia Nazionale dei Lincei dedica la XXXVIII Giornata dell'Ambiente agli studi scientifici su "Attività solare ed al suo impatto sull'ambiente circumterrestre e terrestre". Il convegno prevede due sessioni: una aperta anche agli studenti delle scuole secondarie, dedicata all'attività della nostra stella, al ruolo che tale attività ha nel determinare il meteo spaziale (space weather) e al clima passato della Terra; mentre la seconda parte, pomeridiana, presenta interventi più tecnici legati allo stato della ricerca scientifica e tecnologica italiana e ai processi che determinano l'interazione tra la nostra stella e l'ambiente circumterrestre e terrestre. Il Prof. Francesco Berrilli (Dipartimento di Fisica e Responsabile PLS-Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata") è tra gli organizzatori e relatori del Convegno. La giornata è sostenuta dall'Accademia dei Lincei, dal Piano Lauree Scientifiche PLS-Fisica dell'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata" e da TELESPAZIO.

SURPRISE



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



Il giorno 22 settembre presso Villa Mondragone in Monte Porzio Catone si è tenuto il Convegno Internazionale Surfaces, Superstructures, Nanostructures, Interfaces and Two-Dimensional Materials: SURPRISE. L'evento, organizzato da L. Camilli, P. Castrucci, M. Salvato, M. Scarselli e A. Sgarlata del Dipartimento di Fisica è stato dedicato alla carriera del Decano del Dipartimento, Prof. Maurizio De Crescenzi. Alla manifestazione scientifica hanno partecipato scienziati di spicco del panorama italiano ed internazionale che in momenti

EVENTI

diversi e con ruoli differenti, hanno collaborato scientificamente con il Prof. De Crescenzi. Molti di essi si sono alternati in qualità di oratori illustrando non solo i numerosi risultati scientifici di grande rilievo, ma anche il grande spirito di collaborazione e la capacità di organizzazione che il Prof. De Crescenzi ha promosso in tutte le sedi dove ha operato durante la sua lunga carriera. L'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata" e l'Istituto di Fisica Nucleare hanno sostenuto l'evento che è stato introdotto dal Magnifico Rettore, Prof. Orazio Schillaci, dal Direttore del Dipartimento di Fisica, Prof. Pasquale Mazzotta, e dal Coordinatore del Dottorato in Fisica, Prof. Roberto Benzi. In occasione dell'evento, il Prof. De Crescenzi ha ricevuto dal Dipartimento di Fisica una targa di riconoscimento per i lunghi anni di afferenza.

BIG DATA E SOSTENIBILITÀ



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



Il giorno 23 settembre si tiene, presso l'Aula Magna "P. Gismondi" della Macroarea di Scienze MFN dell'Università di Roma "Tor Vergata", l'evento Big Data e Sostenibilità, organizzato dal Dipartimento di Fisica e dalla Sezione INFN di Roma Tor Vergata in occasione della European Resercher Night 2021. La giornata, rivolta agli studenti della Scuola Secondaria di Secondo Grado, prevede:

- Interventi di esperti nel settore dei Big Data e del cambiamento climatico, tra questi Luciano Pietronero, Francesco Sylos Labini e Luca Perri.
- Brevi interventi degli studenti sulla sostenibilità ambientale, il cambiamento climatico e i Big Data.
- Un buffet con musica e stand scientifici in presenza dei ricercatori dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) e del Dipartimento di Fisica.
- Giochi interattivi sui temi della giornata con premi per i vincitori.

TOR VERGATA PER LE SCUOLE



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



In occasione della Notte Europea dei Ricercatori 2021, il Dipartimento di Fisica ha organizzato varie attività con il contributo del Dipartimento di Matematica, del PLS-Piano Lauree Scientifiche e della sezione INFN di Roma Tor Vergata.

PERCHÉ SCEGLIERE LA SCIENZA? Docenti e ricercatori spiegano in un ciclo di seminari, da tenersi online o presso le scuole, perché dedicano la propria attività quotidiana a fare ricerca. Dai crinali di sabbia allo studio del clima nel passato per capire quello futuro, dallo studio della turbolenza in atmosfera alla ricerca cosmica dell'oro.



GALILEO INFLUENCER. Attività on-line ma senza rinunciare al lato sperimentale, per un'esperienza completa sui principali temi della Fisica spiegati in maniera semplice con l'aiuto di esperimenti condotti dal laboratorio didattico dell'Università di Roma "Tor Vergata".

STUDENT CITIZEN SCIENCE: INCONTRI DI SCIENZA



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



Torna anche quest'anno la Notte Europea dei Ricercatori, una iniziativa promossa dalla Comunità Europea attraverso le azioni Marie Skłodowska-Curie del progetto HORIZON 2020, che ha lo scopo di presentare in modo divertente ed appassionante la diversità della ricerca scientifica e l'impatto che essa ha nella vita di tutti i giorni. L'Università di Roma Tor Vergata, insieme agli altri partner della rete di NET,

EVENTI

un progetto finanziato dalla comunità europea che unisce i principali enti pubblici di ricerca ed università italiane, sarà protagonista nella offerta di un ricco programma di eventi. Tra essi si segnala l'iniziativa Incontri di Scienza, con le due interviste realizzate dagli alunni dell'Istituto "E. Fermi" di Velletri:

- Prof. Francesco Berrilli: <https://www.youtube.com/watch?v=YJ5xyYKejEw>
- Prof.ssa Viviana Fafone: <https://www.youtube.com/watch?v=I84-6GVRvug>

CURRENT ISSUES IN CLIMATE RESEARCH



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



In vista della prossima COP26, che si terrà a Glasgow nel novembre 2021, il Comitato Ambiente dell'Accademia Nazionale dei Lincei si impegna a contribuire a una valutazione dei temi attuali della ricerca sul clima, convocando un Conferenza a Roma il 9-10 settembre 2021. L'incontro riunisce alcuni dei più importanti scienziati, economisti e ingegneri, con la scienza di base del cambiamento climatico e il suo impatto sia sugli ambienti naturali che su quelli costruiti. Il Comitato Scientifico dell'evento, di cui fa

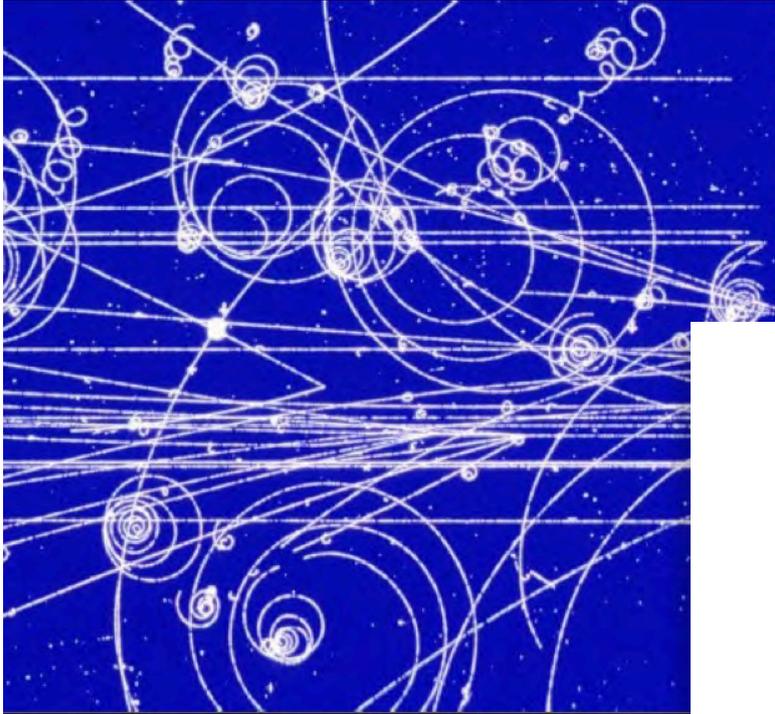
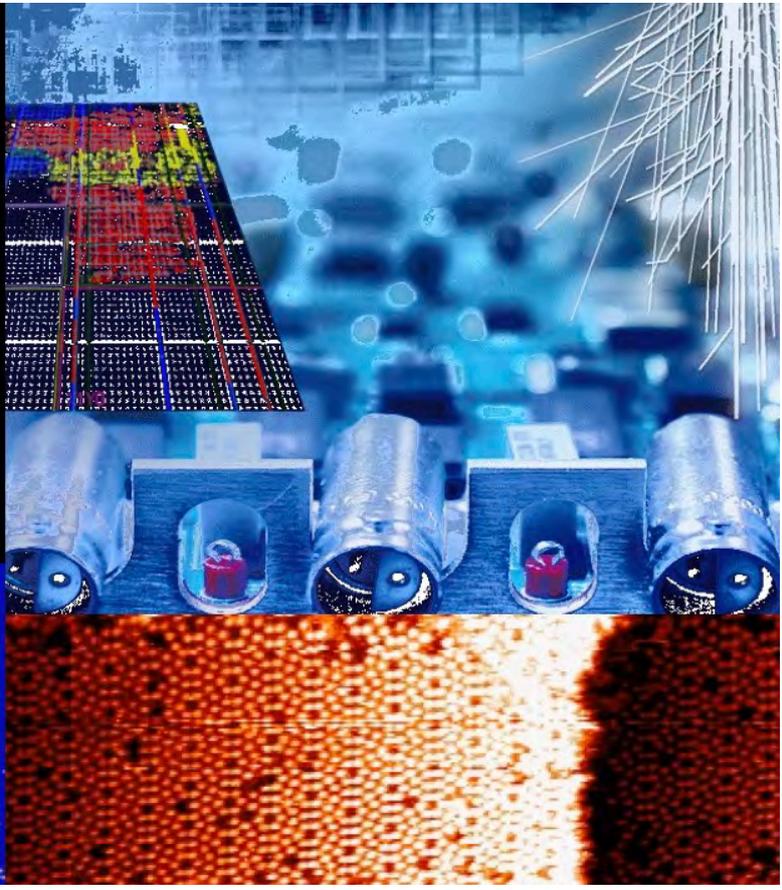
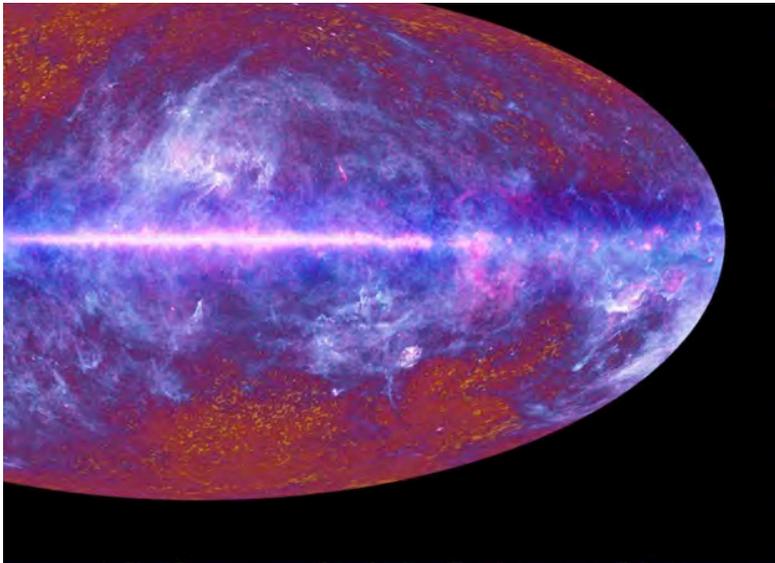
parte il Prof. Francesco Berrilli del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata", è presieduto dal Prof. Giorgio Parisi, Vincitore del Nobel per la Fisica 2021

CONVEGNO NAZIONALE PLS-FISICA



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it

Il 9 e 10 Febbraio 2021 si tiene il convegno on-line "Contribuire allo sviluppo professionale dei docenti di fisica nella scuola secondaria", promosso e dal Piano Lauree Scientifiche-Fisica. Il convegno vuole essere occasione di un confronto critico fra i vari attori che operano nel settore, al fine di promuovere la diffusione di buone pratiche didattiche. Al convegno partecipano il Prof. Nicola Vittorio, Presidente del CTS-PLS del MIUR, e i Proff. Valentina Penza e

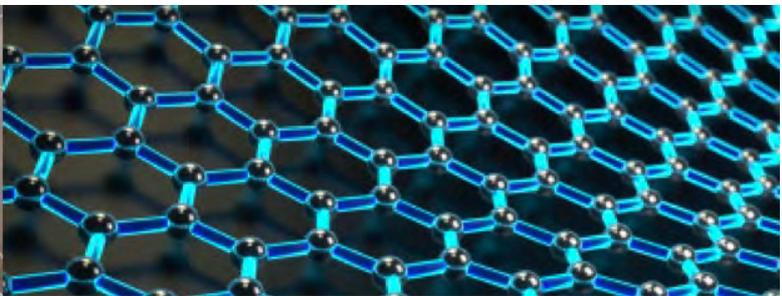
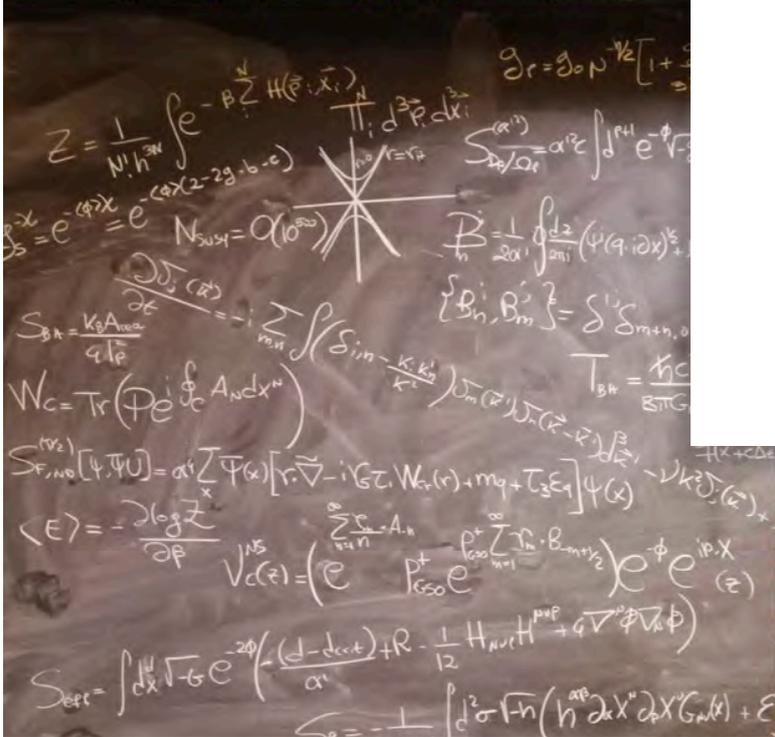


RICERCA

“Non solo l’universo è più strano di quanto pensiamo, è persino più strano di quanto possiamo pensare (e questo non fa che riempirci di gioia e stupore)”.

(Werner Heisenberg)

In questa sezione sono raccolte le attività di ricerca caratterizzanti il Dipartimento di Fisica dell’Università di Roma “Tor Vergata”.





NEWS

THE WORLD UNIVERSITY RANKINGS 2022



Newsletter del
Dipartimento di Fisica

Ottobre/Novembre/Dicembre
2021

www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



La classifica che valuta i migliori atenei a livello mondiale, Times Higher Education World University Rankings, sta pubblicando i vari risultati per categoria ovvero negli ambiti di diverse discipline. Il miglior risultato è stato

ottenuto nell'area Physical Sciences (Fisica), dove l'ateneo di Roma "Tor Vergata" passa dal range 201-250 al range 151-175, tagliando la linea del traguardo al terzo posto nella sotto-classifica che vede coinvolte le sole università italiane. Buone notizie quindi per il Dipartimento di Fisica dell'Università degli studi di Roma "Tor Vergata" che costantemente si impegna per mantenere eccellente il livello di qualità della propria ricerca e della didattica.

SUCCESSO CONFERMATO PER IL LANCIO DI IXPE



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



Lanciato in data 9 Dicembre 2021 il nuovo osservatorio Imaging X-ray Polarimetry Explorer (IXPE) della NASA che promette di aprire una nuova finestra sull'astronomia a raggi X. La missione prevede che a bordo ci siano 3 telescopi con rivelatori basati sulla tecnologia innovativa dei GAS Pixel Detector (GPD). Questi telescopi sono in grado di misurare la polarizzazione nei raggi X emessi da sorgenti astronomiche come i nuclei galattici attivi (AGN), i microquasars, le pulsar e le pulsar wind nebulae, le magnetar, le stelle binarie nei raggi X come anche resti di supernova ed il centro galattico. Le misure che Ixpe fornirà comprendono dati: sulla polarizzazione, sulla variabilità, sugli spettri e sulle immagini. L'elaborazione di tutti questi dati permettono di studiare la geometria e i processi fisici di emissione di radiazione e accelerazione di particelle che solitamente avvengono in ambienti con campi magnetici e gravitazionali estremi. Fanno parte della collaborazione il Prof. Francesco Tombesi ed il Dr. Stefano Ciprini del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata".

PHYSICS WORLD INTERVISTA IL PROF. BALBI



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



Il Prof. Amedeo Balbi del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata" è stato intervistato dalla rivista Physics World sulla sua

attività di ricerca, in particolare sulla eventuale presenza di segni di attività aliena nello spazio. ricerca, in particolare sulla eventuale presenza di segni di attività aliena nello spazio.

LIFEPLASTSENSE



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it

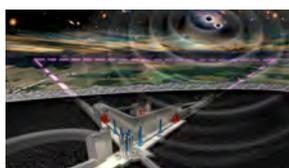


Il progetto LifePlastSens mira ad ingegnerizzare un fotorivelatore basato su grafene ad altissima mobilità sensitivizzato con punti quantici di germanio su substrato plastico flessibile per il monitoraggio, tramite detezione ottica non invasiva, di segnali vitali quali la frequenza cardiaca, la saturazione arteriosa dell'ossigeno e la frequenza respiratoria. Il dispositivo sarà indossabile, a basso consumo energetico e funzionante in condizioni ambientali di luminosità. Il dispositivo garantirà una vasta gamma di applicazioni d'interesse nelle aree di specializzazione S3 Scienze della Vita. I partner che contribuiscono allo sviluppo del progetto LifePlastSens, oltre al Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata", sono l'Università Roma Tre (Dipartimento di Scienze)-OdR capofila e il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) con l'Istituto di Fotonica e Nanotecnologie (IFN). I Referenti per Dipartimento di Fisica sono la Prof.ssa Manuela Scarselli ed il Dr. Luca Camilli.

ANCHE EINSTEIN TELESCOPE IN ESFRI



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



Einstein Telescope (ET) è entrato in ESFRI. ET sarà il primo e più avanzato osservatorio di onde gravitazionali di terza generazione, con una sensibilità senza precedenti che metterà l'Europa in prima linea nella ricerca sulle onde gravitazionali. L'obiettivo è di migliorare la sensibilità di un fattore 10 rispetto agli interferometri di seconda generazione quali Advanced Virgo. Una sfida che richiederà l'avanzamento di molte tecnologie, quali laser ad alta potenza e specchi di purezza elevatissima raffreddati a bassa temperatura. L'Italia è candidata ad ospitare l'osservatorio nel sito di Sos Enattos in Sardegna. La

Prof.ssa Viviana Fafone del Dipartimento di Fisica è responsabile di ET per l'Università di Roma "Tor Vergata" e membro dello Steering Committee.

A GIORGIO PARISI IL PREMIO NOBEL PER LA FISICA 2021



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it

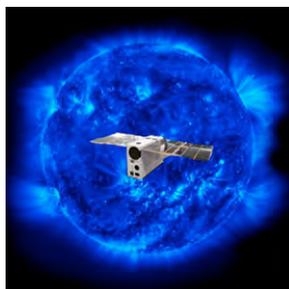


Congratulazioni da parte del Dipartimento di Fisica al Prof. Giorgio Parisi, Nobel per la Fisica 2021! Giorgio Parisi è stato ordinario di Fisica Teorica presso il Dipartimento di Fisica dell'Università degli studi di Roma "Tor Vergata" negli anni '80 e proprio in quegli anni ha compiuto alcuni degli studi fondamentali che gli hanno valso il Nobel 2021. Un legame strettissimo quello che si è creato tra il Prof. Parisi ed il Dipartimento di Fisica dell'Università degli studi di Roma "Tor Vergata", forse dovuto all'ambiente "dinamico" (per usare un gioco di parole) e stimolante, per la qualità della ricerca e per la qualità delle menti che quotidianamente si interrogano su come funziona ogni aspetto del reale.

SUN CUBE ONE (SEE)



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



Sun CubE OnE (SEE) è un micro satellite per l'osservazione sinottica multispettrale del Sole. La missione SEE, proposta nel bando "Future missions for Cubesat" dell'Agenzia Spaziale Italiana (ASI), ha superato sia la fase di valutazione tecnica che quella di congruenza economica ed è ora tredicesima nella graduatoria delle venti missioni che hanno superato i due livelli di valutazione. Sun CubE OnE è una missione CubeSat 12U in LEO il cui obiettivo principale è lo studio della variabilità solare nella regione spettrale dall'UV ai Gamma per mezzo di un imager operante a 280 nm (riga Mg II) e diversi rivelatori EUV-X-Gamma. Poiché, come affermato dall'astrofisico John Harvey dell'American National Solar Observatory, "Il sole è l'unico oggetto astronomico che ha un'importanza

critica per l'umanità", questa missione sarà di interesse scientifico non solo nel campo dell'astrofisica ma anche nella geofisica con diversi campi di applicazione, dalla meteorologia spaziale alla climatologia terrestre. Il team proponente è composto da ricercatori del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata", della Sezione INFN di Roma Tor Vergata e della Scuola di Ingegneria Aerospaziale (Sapienza), mentre i partner industriali sono: ARGOTEC, NEXT Ingegneria dei Sistemi e OPTEC. Il Prof. Francesco Berrilli è il PI scientifico della missione mentre il Dr. Luca Giovannelli è il Project Manager.

STRUCTURAL & THERMAL MODEL (STM) RIVELATORE HEPD-02



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



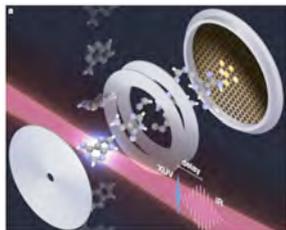
Lo Structural & Thermal Model (STM) è il modello meccanico e termico del rivelatore di particelle HEPD-02 che sarà lanciato alla fine del 2022 a bordo del satellite cinese CSES-02, secondo satellite della missione CSES (China Seismo-Electromagnetic Satellite) dedicata allo studio delle perturbazioni elettromagnetiche e particellari nella magnetosfera, che possono avere origine esterna oppure terrestre, in particolare sismica. Per garantire una migliore copertura geografica, l'orbita di CSES-02 andrà a sovrapporsi a quella del primo satellite della missione (CSES-01) lanciato nel 2018. Lo STM, prodotto da C&C s.r.l. (Guidonia), viene utilizzato per la calibrazione dei test di qualifica (pyroshock e vibrazione) di HEPD-02 in corso presso SERMS s.r.l. (Terni). Responsabili del progetto sono la Prof.ssa Roberta Sparvoli del Dipartimento di Fisica e il Dr. Cristian De Santis della Sezione INFN di Roma Tor Vergata.

PREDICTING & CONTROLLING FATE OF BIOMOLECULES DRIVEN BY EXTREME-ULTRAVIOLET RADIATION



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it

Si è concluso il secondo anno dell'attività di ricerca finanziata dal PRIN 2017. Il

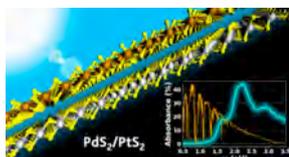


Prof. Gianluca Stefanucci e il Dr. Enrico Perfetto (Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata") hanno fornito il supporto teorico ad un esperimento pionieristico sulla possibilità di impedire il foto-danneggiamento dell'Adenina, una delle 4 basi del DNA, attraverso l'irraggiamento della molecola con impulsi laser ultrabrevi (pochi femtosecondi) nell'infrarosso. Questo lavoro apre la strada al controllo della foto-reattività molecolare sulla scala temporale del femtosecondo.

ALTO ASSORBIMENTO DELLA RADIAZIONE SOLARE DI UNA ETEROSTRUTTURA ALLA SCALA ATOMICA DI $\text{PtS}_2/\text{PdS}_2$ PER DISPOSITIVI SOLARI ULTRASOTTILI



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



Applied Materials & Interfaces del 1 Settembre 2021

In un recente studio pubblicato sulla rivista *Applied Materials & Interfaces*, la Prof.ssa Maurizia Palummo del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata" (in collaborazione con Michele Re Fiorentin - post-doc dell'Istituto Italiano di Tecnologia - Giancarlo Cicero e Lorenzo Bastorenero - Professore associato e studente della laurea magistrale del Politecnico di Torino) hanno proposto una nuova etero-struttura di materiali semiconduttori bidimensionali della classe dei Transition Metal Dichalcogenides (TMD) per celle solari di nuova generazione, ultrasottili e flessibili. Tramite simulazioni quanto-meccaniche con metodi teorico/computazionali dal valore predittivo sui dati sperimentali, hanno studiato un'interfaccia dello spessore di pochi strati atomici, composta da due materiali bidimensionali (2D) il disolfuro di Platino e di Palladio (PtS_2 e PdS_2), mostrando come l'assorbimento della radiazione solare e la corrente prodotta a voltaggio nullo, siano molto maggiore di materiali tradizionali come il silicio o l'arseniuro di Gallio, a parità di spessore dell'ordine dei nanometri e almeno il doppio di quelli calcolati e anche misurati per simili interfacce composte da altri TMD, come quelli a base Molibdeno e Tungsteno che negli ultimi anni hanno ricevuto molta attenzione.

IG NOBEL PRIZE 2021



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



Ig Nobel

Il Prof. Roberto Benzi, del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata" è stato insignito del "Ig Nobel Prize 2021" il riconoscimento per la scienza che "prima fa ridere e poi dà da pensare". Il Prof. Benzi è stato premiato per la categoria "Fisica" insieme ai colleghi Alessandro Corbetta, Jasper A. Meeusen, Chung-min Lee e Federico Toschi. Lo spirito degli IgNobel, infatti, è quello di dare un riconoscimento a quelle ricerche scientifiche sorprendenti, che riguardano aspetti apparentemente poco rilevanti, ma che, in realtà, necessitano di un'approfondita padronanza della fisica per essere svolte. Il lavoro premiato riguarda le interazioni a due corpi fra pedoni. Spunto per questo tipo di ricerca, condotta da due team di ricerca italiani, sono state le domande: come fanno i pedoni a non scontrarsi quando camminano? E, viceversa, perché a volte si scontrano? Queste domande ultimamente sono tra le più comuni, essendo fondamentale negli ultimi tempi, tenere sempre presente quale è la corretta distanza di sicurezza per, ad esempio, non aumentare la diffusione del virus covid-19. Domande che normalmente troverebbero spazio nelle problematiche alle quali tutti siamo (chi più chi meno) sofferenti, ovvero le code o le file.

XVI EDIZIONE DEL "PREMIO PIETRO TACCHINI"



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



La Società Astronomica Italiana (SAIt) conferisce la Menzione d'Onore per il "Premio Tacchini 2021" al Dott. Alfredo Luminari, XXXIII ciclo di Dottorato Astronomy, Astrophysics and Space Science, per il suo lavoro di Tesi di Dottorato dal titolo "Modelling of black hole winds from the horizon up to galaxy scales" svolto nel Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata" e all'INAF - Osservatorio Astronomico di Roma. Il Dott. Alfredo Luminari ha conseguito il Dottorato ad

Aprile 2021 con il Prof. Francesco Tombesi (Dipartimento di Fisica dell'Università degli studi di Roma "Tor Vergata") e co-supervisors il Prof. Fausto Vagnetti (Dipartimento di Fisica dell'Università degli studi di Roma "Tor Vergata"), il Dott. Enrico Piconcelli (INAF OAR) e il Dott. Luigi Piro (INAF IAPS).

RINNOVATO ACCORDO QUADRO TRA UNINDUSTRIA E LE UNIVERSITÀ LAZIALI



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



È stato rinnovato l'Accordo Quadro per la collaborazione e la sinergia tra Imprese e Atenei nella nostra regione. Unindustria insieme alle Università di Roma "Tor Vergata", Roma Sapienza, Roma Tre, Luiss Guido Carli, Campus Bio-Medico di Roma, Cassino e Lazio Meridionale e della Tuscia confermano e rilanciano il loro comune impegno su ricerca, sviluppo dell'innovazione e trasferimento tecnologico, internazionalizzazione, alta formazione, promozione di nuova imprenditorialità a forte contenuto tecnologico, riduzione del mismatch delle competenze tra i laureati e i profili professionali cercati dalle aziende. Il Prof. Nicola Vittorio del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata" partecipa al tavolo tematico sui Dottorati Industriali in qualità di Presidente della Struttura di Coordinamento dei Dottorati di Ricerca.

EUPRAXIA ENTRA IN ESFRI



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



Il progetto EuPRAXIA è stato selezionato per entrare nella nuova roadmap di ESFRI (EUROPEAN STRATEGY FORUM ON RESEARCH INFRASTRUCTURES), il network delle infrastrutture di ricerca europee. Un nuovo acceleratore basato su una tecnologia totalmente innovativa per applicazioni scientifiche, mediche e industriali sarà costruito nell'area dei Laboratori Nazionali di Frascati. Il consorzio comprende enti di ricerca e industrie europee. Per l'Italia, oltre all'Università di Roma "Tor Vergata", partecipano l'INFN, l'ENEA, il CNR, la Sincrotrone Trieste e Sapienza

Università di Roma. Referenti per il Dipartimento di Fisica sono il Prof. Alessandro Cianchi, la Prof.ssa Silvia Morante e il Dott. Francesco Stellato.

PRIME OSSERVAZIONI DI FUSIONI DI UN BUCO NERO E UNA STELLA DI NEUTRONI



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



Astrophysical Journal Letters del 29 Giugno 2021.

Per la prima volta sono stati misurati i segnali gravitazionali prodotti dalla fusione tra un buco nero e una stella di neutroni, previsti dagli astrofisici già da diversi decenni, ma finora mai osservati. Il 5 gennaio 2020, il rivelatore Advanced LIGO di Livingston, Louisiana, negli Stati Uniti, e Advanced Virgo, l'interferometro italiano situato a Cascina, in provincia di Pisa, hanno osservato il primo evento. Solo dieci giorni più tardi, il 15 gennaio, una seconda onda gravitazionale, analoga alla prima, è stata rivelata da entrambi gli interferometri Advanced LIGO, e ancora una volta da Advanced Virgo. I segnali, denominati GW200105 e GW200115 hanno fornito importanti informazioni sulle caratteristiche fisiche dei sistemi che li hanno emessi, come le masse delle sorgenti primarie (8,9 e 1,9 volte quella del nostro Sole per GW200105 e 5,7 e 1,5 masse solari per GW200115) e la distanza di queste ultime rispetto al nostro pianeta (900 milioni di anni luce e un miliardo di anni luce per il primo e il secondo evento, rispettivamente). Oltre a fare luce su una classe di fenomeni rari e offrire la possibilità di studiare le leggi fondamentali della fisica in contesti estremi non riproducibili sulla Terra, questo risultato apre la strada verso la comprensione dei meccanismi responsabili dei fenomeni di fusione di sistemi binari misti in cui un buco nero e una stella di neutroni che ruotavano uno attorno all'altra si sono alla fine fusi, formando così un unico oggetto compatto. La Prof.ssa Viviana Fafone è la responsabile scientifica di Virgo all'interno del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata".



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



L'esperimento ASI-ESA "AUDIO-Acoustic Diagnostics" (P.I. Prof. Arturo Moleti del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata"), già effettuato con successo a bordo della Stazione Spaziale Internazionale su Luca Parmitano e Andrew Morgan, è stato esteso ad altri due astronauti (Matthias Maurer e Samantha Cristoforetti). L'ASI ha quindi prolungato fino al dicembre 2022 il contratto con il Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata". L'esperimento utilizza tecniche avanzate di acquisizione ed analisi delle emissioni otoacustiche (OAE), misurate prima, durante e dopo la missione, per valutare gli effetti sull'udito umano della permanenza prolungata (6-8 mesi) in condizioni di microgravità. L'inclusione di nuovi soggetti permetterà di migliorare la significatività statistica dei risultati già ottenuti, e una nuova tecnica di analisi della fase delle OAE permetterà di stimare anche l'aumento della pressione dei fluidi intracraniali in microgravità, che introduce un serio rischio per l'apparato visivo degli astronauti.

ONDE DI ALFVÉN NELL'ATMOSFERA DEL SOLE



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



Nature Astronomy del 10 Maggio 2021.

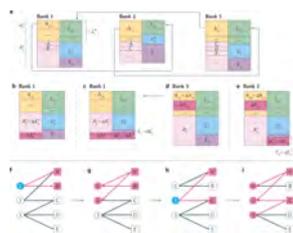
Un recente studio ha confermato sperimentalmente la presenza delle onde di Alfvén nella fotosfera solare, grazie a osservazioni spettropolarimetriche ad alta risoluzione della fotosfera solare ottenute dallo spettropolarimetro IBIS (Interferometric Bidimensional Spectrometer) realizzato dalla collaborazione INAF, Università di Roma "Tor Vergata" e Università di Firenze. I risultati di questo studio, pubblicati sulla rivista Nature Astronomy, hanno importanti ricadute non solo nella fisica solare – per aiutare gli esperti a comprendere il riscaldamento della corona e l'accelerazione del vento solare – ma anche nell'astrofisica delle alte energie e nel campo delle

applicazioni come quello dei reattori a fusione nucleare. Tra gli autori dell'articolo ci sono il Prof. Francesco Berrilli e il Dott. Dario Del Moro, entrambi del Dipartimento di Fisica del nostro Ateneo, insieme al Dott. Marco Stangalini, ricercatore ASI e prima firma dell'articolo che ha svolto il suo intero percorso di studi presso l'Università di Roma "Tor Vergata".

LA FISICA DEI "FINANCIAL NETWORKS"



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



Al giorno d'oggi il mondo della finanza è caratterizzato da una fitta rete di interazioni (prestiti, proprietà, derivati, credit default swap, ecc...) tra istituzioni finanziarie a livello globale. Questa rete non solo ha fatto crescere il valore totale del mercato finanziario, che ha superato di gran lunga il valore dell'economia reale, ma ha creato il cosiddetto rischio sistemico: la possibilità che un evento a livello di singola banca o azienda possa innescare una grave instabilità e far collassare l'intera economia. Studiare questa rete è una sfida di grande impatto sociale che richiede nuovi approcci teorici e strumenti per l'analisi quantitativa. Negli ultimi 10 anni la fisica statistica dei sistemi complessi ha dato un contributo significativo in questo senso, sviluppando nuove metriche e modelli per lo studio della struttura, della dinamica, della stabilità e dell'instabilità delle reti finanziarie. Il Dr. Giulio Cimini del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata", che lavora in questo campo da vari anni, ha curato insieme a collaboratori accademici e istituzionali una recensione recentemente pubblicata su Nature Reviews Physics.

MICROGREENS X MICROGRAVITY (MICROX2)



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it

Il Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata" è partner dell'Accordo per la realizzazione del Progetto "Sistemi e tecnologie per la produzione di microortaggi nello Spazio 'Microgreens x Microgravity' (MICROx2)" nell'ambito dell'Accordo Attuativo ASI - Università



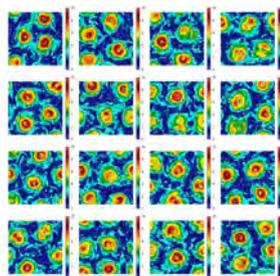
Agenzia Spaziale Italiana

degli Studi di Napoli Federico II (Dipartimento di Agraria). Il progetto, proposto con la collaborazione di CNR, ENEA e Università di Roma "Tor Vergata", è incentrato allo studio e alla realizzazione di sistemi chiusi di supporto alla vita nell'ottica di future missioni di Esplorazione Spaziale e prevede le seguenti linee di ricerca principali: Food production ed Environmental Control. L'obiettivo del progetto è la definizione dei requisiti scientifici per la realizzazione di uno studio di fasi A-B per un apparato di volo dedicato alla qualifica spaziale di un sistema per la produzione in orbita di alimenti. Il Dipartimento di Fisica (Responsabile scientifico: Prof. Livio Narici) assicura lo svolgimento delle attività di ricerca afferenti alla linea Environmental Control relative allo studio, progettazione, sviluppo e test di un dimostratore di uno Smart System.

ERC ADVANCED GRANT "SMART-TURB"



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



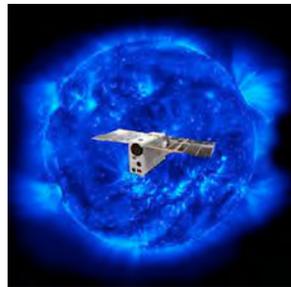
Dove è difficile controllare, prevedere e modellare un sistema fluido, cercare di navigare al suo interno, essere preparati contro gli eventi estremi? È nei flussi turbolenti. La turbolenza è onnipresente in natura e considerato un problema irrisolto dal punto di vista della fisica fondamentale fuori equilibrio ed incontrollabile per gli aspetti ingegneristici. I progressi ottenuti utilizzando metodi convenzionali sono stati lenti. Il progetto Smart-TURB (P.I. Prof. Luca Biferale del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata") propone di esplorare nuove strade che attraversano i confini tra ingegneria teorica e fisica applicata utilizzando algoritmi dell'intelligenza artificiale (AI) per studiare e controllare la turbolenza in modo innovativo utilizzando oggetti lagrangiani intelligenti in una vasta gamma di flussi. In particolare, il progetto intende: (i) sviluppare applicazioni originali di algoritmi di intelligenza artificiale per tracciare e sfruttare strutture coerenti in movimento e/o fluttuazioni statistiche turbolente, (ii) ottimizzare la navigazione del flusso di oggetti galleggianti e drifter attivi di superficie, (iii) inventare protocolli di ricerca collettivi per localizzare le emissioni da sorgenti fisse o galleggianti, (iv) ridurre al minimo la dispersione turbolenta di uno

sciame di esploratori subacquei autonomi e (v) eseguire nuovi esperimenti in silico per l'assimilazione dei dati, per prevedere eventi estremi o per controllare le fluttuazioni turbolente mediante nuovi meccanismi di iniezione/assorbimento. Il fil-rouge unificante del progetto è acquisire una profonda comprensione della turbolenza eseguendo studi numerici lagrangiani all'avanguardia. Il progetto è sia orientato alla metodologia, con la grande sfida di sviluppare applicazioni completamente non convenzionali di (Deep) Reinforcement Learning per la fluidodinamica, sia orientato ai problemi, fornendo una serie di specifiche strategie di controllo efficienti per importanti configurazioni di flussi realistici e applicazioni ai campi geofisici.

SUN CUBE ONE



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



La proposta del micro satellite Sun Cube One (SEE), dedicato all'osservazione sinottica multispettrale del Sole, presentata in risposta al bando "Future missioni per Cubesat" dell'Agenzia Spaziale Italiana (ASI), ha superato la fase di valutazione tecnica ed è ora nella lista ristretta di proposte di missione per le quali la commissione procederà alla valutazione di congruità.

Obiettivo principale della missione lo studio della variabilità solare dall'UV ai gamma. Poiché, come ha affermato l'astrofisico John Harvey dell'American National Solar Observatory, "The sun is the only astronomical object that critically matters to humankind " questa missione sarà di interesse scientifico non solo in campo astrofisico ma anche geofisico con diversi campi di applicazione dallo space weather alla climatologia. Il team proponente è composto da ricercatori del Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata", della Sezione INFN di Roma Tor Vergata e della Scuola di Ingegneria Aerospaziale (Sapienza), mentre partner industriali sono: ARGOTEC, NEXT Ingegneria dei Sistemi e OPTEC. PI del progetto è il Prof. Francesco Berrilli mentre Project Manager è il Dott. Luca Giovannelli.

NET-SCIENCE TOGETHER



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



Il progetto NET-Science, del quale il Prof. Amedeo Balbi del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata" è responsabile scientifico, è stato rinnovato (Progetto NETbis - 101036127 - GAP-101036127) e potrà continuare la sua significativa attività di promozione della divulgazione scientifica attraverso l'unione dei principali Enti di Ricerca e di alcune Università Italiane.

CNR-ISAC E TOR VERGATA



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



È stata stipulata una convenzione tra il CNR-ISAC (Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima) e il Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata". Fine ultimo della convenzione è quello di avviare una stretta collaborazione (concernente attività di ricerca, formazione e scambio culturale) per la realizzazione di attività nel campo delle turbolenza, della fisica dell'atmosfera e del clima. Responsabile Scientifico per il Dipartimento di Fisica è il Prof. Roberto Benzi.

ACCORDO INAF-OATS / TOR VERGATA



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



È stato stipulato un Accordo di Collaborazione tra il Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata" e l'Osservatorio Astronomico di Trieste (INAF-OATS). L'Accordo (il cui responsabile per il Dipartimento di Fisica è il

Dott. Hervé Bourdin), chiuso nell'ambito del programma AHEAD2020, mira a riunire enti a livello europeo per testare tecnologie sia terrestri che spaziali in un ambiente rappresentativo delle condizioni spaziali, e rendere disponibili i dati e la modellazione computazionale a tutti i ricercatori europei, del mondo accademico e dell'industria, garantendone l'utilizzo ottimale e lo sviluppo congiunto.

PROGETTI DI GRUPPI DI RICERCA 2020



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



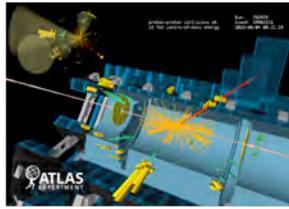
La Regione Lazio, nell'intento di rafforzare la capacità del sistema della ricerca e favorire la competitività del sistema produttivo del Lazio, ha bandito il "Progetto Gruppi di Ricerca 2020", per la realizzazione di Progetti RSI (Ricerca Sviluppo Innovazione). I Progetti RSI devono ricadere in una delle aree di specializzazione (AdS): Aerospazio, Scienze della vita, Beni culturali e tecnologie della cultura, Agrifood, Industrie creative digitali, Green Economy e Sicurezza della Smart Specialisation Strategy Regionale (S3). Devono essere coerenti gli obiettivi dei programmi nazionali ed europei per la ricerca e l'innovazione e devono essere finalizzati a produrre dei risultati di interesse delle Imprese del Lazio. Tre sono i progetti vincitori, per il Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata": il progetto "FOTONICS: Fabbricazione e Ottimizzazione di un foTOrirelatore a larga baNda a base di Isolante topologiCo e Silicio" della Prof. Paola Castrucci, il progetto "P2DAME - Polimeri 2D ad alta mobilità elettronica" delle Proff. Maurizia Palummo e Anna Sgarlata, e il progetto "LIFEPLASTSENS: sensori flessibili indossabili a bassa potenza basati sul grafene per il monitoraggio rapido di segnali vitali" della Prof. Manuela Scarselli e del Dott. Luca Camilli.

TERMINE DEL PROGRAMMA NPTEV-TQP2020



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it

È terminato a Febbraio 2021 il progetto quinquennale europeo ERC Consolidator Grant NPTEV-TQP2020 "Uncovering New Phenomena at the TeV



Scale With Top Quarks". Il progetto, guidato dal Prof. Lucio Cerrito del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata" e dedicato alla realizzazione di 5 misure inerenti il quark "top" con l'esperimento ATLAS al Large Hadron Collider (CERN), ha esplorato grandezze fisiche sensibili ad un ampio spettro di ipotetiche nuove particelle e alla presenza di nuove interazioni ed extra-dimensioni dello spazio-tempo. Il quark "top" è la particella elementare più pesante conosciuta e differenze di solo l'1% nel valore della sua massa sembrano determinare enormi differenze nella dinamica del campo di energia di Higgs che permea tutto l'Universo. Nel programma NPTEV-TQP2020 è stata completata la misura di precisione della massa del quark top con un'incertezza dello 0.45%. In aggiunta, è stata studiata per la prima volta la catena di decadimenti dei quark b originati dal top quark, ricercando differenze nel comportamento dei decadimenti verso la materia rispetto all'anti-materia. Altre 3 attività hanno riguardato la messa a punto di una strategia per la ricerca di nuove particelle pesanti con una massa fino a 3-3.5 TeV, la ricerca di decadimenti del top in bosoni Z, e l'osservazione della produzione associata di quark top con bosoni Z, un processo estremamente raro. Infine, il gruppo di ricerca ha partecipato alle operazioni, calibrazione e sviluppo dell'esperimento ATLAS, contribuendo alla pubblicazione di oltre 400 articoli. I risultati del progetto sono stati presentati a 35 eventi scientifici, tra cui seminari e conferenze, ed 11 eventi di divulgazione scientifica.

GESTIONE SCIENTIFICA DI LIDAL E MINI-EUSO (ON BOARD PAYLOADS)



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it

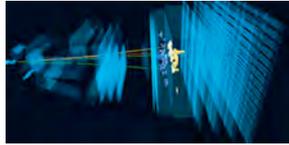


È stato raggiunto un accordo tra il Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata" e l'ASI per la gestione scientifica dei progetti LIDAL e Mini-EUSO, entrambi a bordo della Stazione Spaziale Internazionale e coordinati rispettivamente dal Prof. Livio Narici e dal Dott. Marco Casolino. La collaborazione prevede, per entrambi gli strumenti, l'analisi dei dati scientifici rivolta all'ottimizzazione dei parametri operativi, nonché l'immagazzinamento, il processamento, la calibrazione e la distribuzione dei dati e la gestione dei modelli di terra.

DA LHCB UN NUOVO TEST DELLA UNIVERSALITÀ LEPTONICA



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



Il 23 Marzo 2021 l'esperimento LHCb ha reso noto un risultato che, se confermato, porrebbe un serio problema alla teoria ormai consolidata delle interazioni fondamentali, il cosiddetto Modello Standard. L'esperimento LHCb è andato a confrontare due decadimenti. Nel primo decadimento il mesone B carico decade in un mesone K carico più una coppia elettrone-positrone oppure, nel secondo, sempre il mesone B carico decade in un mesone K carico più una coppia muone-antimuone. Dai primi risultati sembrerebbe che questi due decadimenti non avvengano con la stessa probabilità, così come previsto dal modello Standard. L'effetto è piccolo ma abbastanza evidente, visto che la probabilità che i dati sperimentali siano in accordo con il principio di universalità leptonica, al momento è dello 0.1%. Tale probabilità, per quanto piccola e incoraggiante, non è ancora sufficiente per affermare con certezza una violazione del principio di universalità leptonica e sicuramente altri dati sono necessari per avere una conferma. Si tratta tuttavia di un indizio molto importante su cui continuare a studiare, soprattutto in vista della prossima campagna di raccolta dati nell'immediato futuro. Il gruppo del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata" (Referente Scientifico Prof. Emanuele Santovetti) ha partecipato alla costruzione dell'apparato sperimentale, in particolare nel rivelatore di muoni.

SWATNET AL VIA!



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



Il 1 marzo 2021 prende ufficialmente il via l'European Joint Doctorate SWATNet (Space Weather Awareness Training Network). Obiettivo del progetto è quello di istituire un programma di formazione unico per dottorandi, composto da otto beneficiari e sette organizzazioni partner (accademiche e industriali) provenienti dallo stesso

numero di paesi europei. Lo scopo è la formazione di un gruppo di ricercatori professionisti altamente qualificati che rappresenterà la prossima generazione nella ricerca accademica, in aziende del settore spaziale e in ambiti di ricerca non accademici di più ampio respiro. Il progetto elaborerà inoltre nuove metodologie che possono essere impiegate per svelare i processi fisici che si verificano nell'atmosfera solare. Il Dott. Dario Del Moro è WP Leader per il Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata".

POSSIBILI INDIZI DI NUOVA FISICA NEI PRIMI RISULTATI DI MUON G-2



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it

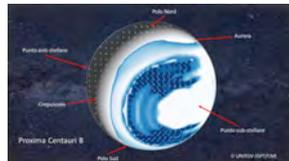


La collaborazione dell'esperimento Muon g-2 a Fermilab (Chicago) ha appena pubblicato una misura del momento magnetico anomalo del muone con una precisione senza precedenti: 460 parti per miliardo, che è equivalente a misurare la lunghezza di un campo da calcio con un'incertezza dello spessore di un capello! Questa nuova misura, in accordo con quanto già misurato tra il 1999 e il 2001 al Brookhaven National Laboratory (BNL), vicino New York, fornisce una ulteriore prova a favore dell'esistenza di fenomeni fisici non descritti dal Modello Standard, la migliore teoria fisica attualmente disponibile per descrivere il mondo subatomico. La presente misura raggiunge una significatività statistica di 3.3 sigma, e la combinazione con il risultato del precedente esperimento porta la significatività della discrepanza a 4.2 sigma, molto vicino alle 5 sigma considerate convenzionalmente la soglia per poter annunciare una scoperta. Questo risultato rappresenta un importante indizio della presenza di forze o particelle ancora sconosciute. Il gruppo INFN della Sezione di Roma Tor Vergata (composto da Giuseppe Di Sciascio, Matteo Sorbara, Silvia Miozzi, Giovanni Pasquino e Giovanni Maria Piacentino) è tra i proponenti della partecipazione italiana all'esperimento a partire dal 2013.

CLIMA, ABITABILITÀ E OSSERVABILITÀ DEL PIANETA PROXIMA CENTAURI B



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



In un recente studio pubblicato su The Astrophysical Journal e riportato sul Portale di Ateneo, ricercatori del Solar & Space Physics Team (SSPT) del Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata" (Prof. Francesco Berrilli, Dott.

Luca Giovannelli), unitamente a ricercatori degli istituti ISMAR e ISAC del CNR Area di Ricerca Tor Vergata, hanno ricostruito il possibile clima del pianeta roccioso extrasolare Proxima Centauri B orbitante intorno alla stella Proxima Centauri, componente del sistema stellare triplo Alpha Centauri, il più vicino al nostro sistema solare. Il risultato della ricerca aiuterà gli scienziati sia a comprendere il clima e la dinamica dell'atmosfera dell'esopianeta Proxima B, connesse alla possibilità che Proxima B ospiti forme di vita, sia a facilitarne lo studio attraverso una stima dell'osservabilità delle proprietà climatiche con i futuri grandi telescopi a Terra, come lo Extremely Large Telescope (ELT), o dallo spazio come il nuovo telescopio spaziale della NASA James Webb Space Telescope (WEBB).

PARTECIPAZIONE ITALIANA ALLA MISSIONE LITEBIRD



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



La partecipazione italiana alla fase A della missione LiteBIRD è finanziata dall'ASI con un Accordo Quadro di cui l'Università di Roma "Tor Vergata" è capofila. L'attività scientifica (sia teorica sia sperimentale) portata avanti dai ricercatori coinvolti è stata presentata all'ASI con l'organizzazione di un

Workshop tenuto il 19 Marzo 2021. Il Coordinatore Scientifico dell'Accordo è il Prof. Nicola Vittorio del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata".

AMEDEO BALBI TRA GLI ESPERTI SCIENTIFICI DEL GRUPPO DI LAVORO DELL'ASI SULL'ASTROBIOLOGIA



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it

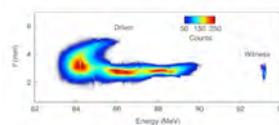


Il Prof. Amedeo Balbi del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata" è stato nominato tra gli esperti scientifici del Gruppo di Lavoro dell'ASI sull'Astrobiologia. Lo scopo del Gruppo di Lavoro è di definire una roadmap a lungo termine per ottimizzare il contributo italiano alle attività e ai programmi internazionali (ESA, EU, NASA, ecc.) nel prossimo decennio di ricerca, esplorazione e scoperta astrobiologica. Il Gruppo di Lavoro vede la partecipazione di esperti dell'ASI, dell'Istituto Nazionale di Astrofisica-INAf, dell'Università della Tuscia, dell'Università di Bologna, dell'Università di Napoli, dell'Università di Roma "Tor Vergata" e del CNR.

PUBBLICATO SU NATURE PHYSICS IL PRIMO FASCIO ACCELERATO DA PLASMA CON MINIMIZZAZIONE DELLA DISPERSIONE IN ENERGIA



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



La prossima generazione di acceleratori al plasma sarà in grado di accelerare le particelle ad energie di GeV in dimensioni di pochi centimetri. Finora i fasci di particelle accelerati in questo modo presentavano però delle caratteristiche ancora distanti da quelli prodotti in modo convenzionale. In particolare lo spread di energia era decisamente superiore, di almeno un ordine di grandezza. In questo studio, che vede tra gli autori il Dott. Alessandro Cianchi del Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata", pubblicato sulla prestigiosa rivista Nature Physics, viene prodotta la prima evidenza sperimentale di un fascio accelerato con il plasma con spread di energia dello 0.1% un valore identico a quello fornito dagli acceleratori convenzionali (nella figura vediamo l'immagine nello spettrometro del driver che ha generato l'onda di plasma e quello del witness accelerato dal plasma. La dispersione di energia del fascio witness è praticamente uguale a quella che aveva prima di essere accelerato dal plasma). Si tratta di una

milestone molto importante nella ricerca di acceleratori compatti pilotati da plasma.

VIRGO COME MILESTONE IEEE



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



Il 3 Febbraio 2021 si tiene la cerimonia per il riconoscimento di Virgo come milestone IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). Il riconoscimento avviene per la prima rilevazione delle onde gravitazionali e l'inizio dell'era dell'Astronomia Multi Messenger con la rilevazione coordinata delle onde gravitazionali da una fusione binaria stelle di neutroni. La Prof.ssa Viviana Fafone del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata" rappresenta la componente italiana della Collaborazione Virgo.

ACCORDO PER LA REALIZZAZIONE DEL PROGETTO "LIMADOU SCIENZA+"



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it

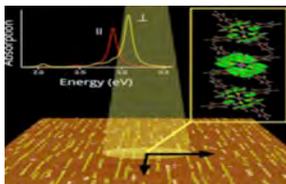


Il Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma Tor Vergata, l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare-INFN (nel ruolo di capofila) e il Dipartimento di Fisica dell'Università di Trento hanno siglato un accordo per la realizzazione del "Progetto Limadou Scienza+". Obiettivo dell'accordo, nell'ambito del programma spaziale italo-cinese CSES-Limadou, è quello di "sviluppare l'attività di ricerca del progetto Limadou in continuazione con quanto già effettuato in precedenza, tenendo conto dei risultati già ottenuti, su tre linee di ricerca: ricerca di correlazioni tra fenomeni atmosferici, ionosferici, magnetosferici e sismici con i dati di CSES, analisi e caratterizzazione della Ionosfera e della Magnetosfera terrestre e studio della Fisica Solare e Fasce di Radiazione intorno alla Terra". La Prof.ssa Roberta Sparvoli è il Responsabile Scientifico per il Dipartimento di Fisica.

UNO STUDIO SPERIMENTALE E TEORICO CONGIUNTO SVELA LA NATURA DELLE ECCITAZIONI OTTICHE DEI CRISTALLI DI PORFIRINE



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it

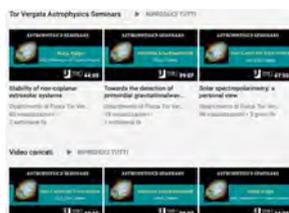


Tra i semiconduttori organici, i materiali a base di porfirine sono di notevole interesse per la loro importanza in molti campi, dalla chimica all' optoelettronica (fotovoltaico, fotocatalisi, sensoristica) fino alla biologia. Essendo l'interesse in questi ambiti spesso legato a processi di foto-conversione, svelare la natura microscopica delle loro eccitazioni ottiche è importante non solo a livello fondamentale ma anche per migliorare le prestazioni dei dispositivi. Lo studio, portato avanti dal gruppo di Fisica Teorica della Materia del Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata" (in collaborazione teorico-sperimentale con il Dipartimento di Scienza dei Materiali dell' Università di Milano Bicocca e l'Istituto di Struttura della Materia (ISM-CNR)) ha studiato e caratterizzato la natura spettrale e spaziale degli eccitoni, coppie legate buca-particella che si formano in tali cristalli molecolari in seguito all' eccitazione ottica la cui estensione spaziale è legata ai processi di trasporto di carica nel materiale e quindi alle prestazioni stesse nei dispositivi. Ciò è stato possibile grazie alla crescita, tramite epitassia organica molecolare, di nanofili di meso-tetrafenil porfirina-Zn (II) altamente cristallini, ad accurate misure in luce polarizzata di assorbimento che ne hanno misurato l'anisotropia ottica e a calcoli di struttura elettronica da primi principi. Oltre a dimostrare che gli orbitali molecolari coinvolti non sono solo quelli considerati nei modelli comunemente usati, lo studio ha spiegato la forte anisotropia ottica sperimentale come dovuta all'interazione tra interazioni intermolecolari a lungo e breve raggio, e che non solo eccitoni localizzati ma anche molto delocalizzati ne determinano la risposta ottica.

NUOVA SEZIONE "ASTROPHYSICS SEMINARS" DEL CANALE YOUTUBE DEL DIPARTIMENTO DI FISICA



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



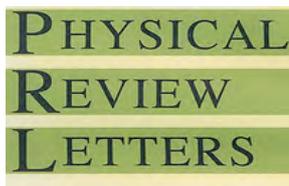
È stata inaugurata una nuova playlist sul canale YouTube del Dipartimento di Fisica, che raccoglie i seminari di Astrofisica nel nuovo formato webinar sui più importanti argomenti di ricerca in Astrofisica. Il primo seminario pubblicato, dal titolo "Stability of non-coplanar extrasolar systems" è tenuto dalla

Dr.ssa Mara Volpi del Dipartimento di Matematica Tor Vergata, Università di Roma "Tor Vergata". Ogni mercoledì sarà pubblicata sul canale Youtube la registrazione video dei seminari di Astrofisica, che possono anche essere seguiti live dalla piattaforma Teams.

CONDENSED MATTER THEORY



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



Le attività del gruppo di ricerca del Prof. Gianluca Stefanucci del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata" sono state selezionate sulla prestigiosa Physical Review Letters con ben quattro pubblicazioni per l'anno 2020. Congratulazioni per

l'importante risultato che ha determinato la scelta della rivista scientifica.

ENEL X METTE A DISPOSIZIONE I SUOI DATI DI MOBILITÀ



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



Il Dipartimento di Fisica, tramite il Dr. Giulio Cimini, ha stipulato un accordo con la società Enel X Srl, che mette a disposizione per un anno un dataset proprietario per fini

di ricerca. Questi dati consistono in indicatori relativi ai flussi di mobilità nel territorio nazionale, in forma di matrici “origine/destinazione”, derivati da servizi di car sharing e telefonia mobile. Il progetto di ricerca consiste nell'utilizzare questi e altri dati (come i trasporti a lungo raggio) per costruire un database di rete “multilivello” per la connettività e la mobilità al livello di dettaglio comunale per l'intero paese, che possa informare modelli e decisioni legate all'attuale pandemia di COVID-19 ma anche in previsione di eventualità future.



PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

In questa sezione trovano spazio gli estratti di articoli scientifici, pubblicati nell'anno solare 2021, sottomessi dalla comunità scientifica del Dipartimento di Fisica e della sezione INFN Roma Tor Vergata.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**ANDREANI
CARLA**

AUTORI:

R. SENESI,
C. ANDREANI, P.
BAGLIONI, L. A. E.
BATISTA DE CARVALHO,
ET AL.

RIVISTA (DOI):

ANTIOXIDANTS

[10.3390/
ANTIOX10050643](https://doi.org/10.3390/antiox10050643)

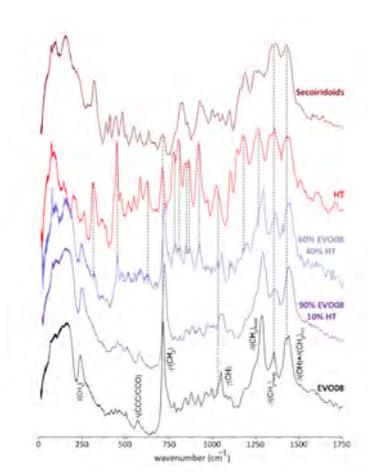
AMBITO DI RICERCA:

FISICA APPLICATA,
SPETTROSCOPIA DI
NEUTRONI



Dipartimento di Fisica

LOOKING FOR MINOR PHENOLIC COMPOUNDS IN EXTRA VIRGIN OLIVE OILS USING NEUTRON AND RAMAN SPECTROSCOPIES



L'olio extravergine di oliva (EVOO) è uno degli ingredienti principali e fonte di lipidi della dieta mediterranea. L'EVOO contiene componenti fenoliche con delle riconosciute proprietà benefiche per la salute, e per questo, viene considerato un cibo funzionale con elevate capacità antiossidanti. Alcuni studi hanno anche legato il consumo di EVOO ad una minore incidenza di cancro. Queste capacità antiossidanti dipendono dalla struttura e dinamica delle componenti fenoliche, particolarmente acidi fenolici ed

esteri, determinate principalmente dai modi intermolecolari e dovuti alle interazioni attraverso legame idrogeno. In questo studio abbiamo compiuto esperimenti su una serie di campioni di EVOO da diverse regioni Italiane utilizzando la diffusione inelastica di neutroni presso lo spettrometro TOSCA della ISIS Neutron and Muon Source. In aggiunta agli esperimenti neutronici, attraverso il Neutron Gate dell'infrastruttura ISIS@MACH ITALIA (IM@IT), ulteriori esperimenti di spettroscopia vibrazionale Raman sono stati compiuti presso i laboratori di IM@IT dell'Università di Firenze e presso l'Università di Coimbra. A differenza delle componenti isolate dell'EVOO, che più spesso vengono studiate e riportate in letteratura, questi esperimenti hanno cercato di individuare gli effetti delle diverse concentrazioni di componenti polari minoritarie, che rendono ogni EVOO unico, nella complessità del materiale composito realistico. Attraverso la combinazione di spettroscopie neutroniche e Raman, sono state individuate alcune particolarità degli spettri vibrazionali che possono essere messe in relazione alla qualità dell'olio ed alle proprietà del suolo e cultivar di origine.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**ARCIPRETE
FABRIZIO**

AUTORI:

R. CALARCO,
F. ARCIPRETE

RIVISTA (DOI):

SCIENCE
[10.1126/
SCIENCE.ABM7316](https://doi.org/10.1126/SCIENCE.ABM7316)

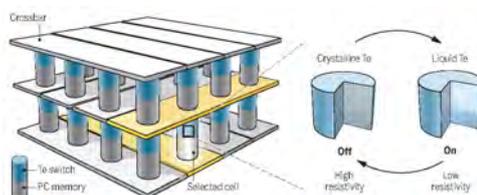
AMBITO DI RICERCA:

FISICA DELLA
MATERIA



Dipartimento di Fisica

KEEP IT SIMPLE AND SWITCH TO PURE TELLURIUM



Le funzioni neurobiologiche e l'architettura del cervello umano hanno ispirato lo sviluppo del calcolo neuromorfico dove neuroni e sinapsi artificiali possono eseguire l'elaborazione e l'archiviazione dei

dati nello stesso luogo fisico. La classe di dispositivi di memoria nota come memorie a cambiamento di fase (PCM) dovrebbe consentire algoritmi di apprendimento più efficienti nei computer neuromorfici, grazie alla loro capacità di funzionare anche come unità di elaborazione. I materiali PCM hanno la capacità di modificare reversibilmente la loro resistività elettrica mediante l'applicazione di stimoli elettrici adeguati e sono candidati ideali per realizzare dispositivi memristivi per emulare il comportamento sinaptico. In queste leghe il cambiamento di resistività è legato ad un cambiamento di fase strutturale da cristallino ad amorfo. In un'architettura di computer nota come crossbar array, ciascuna cella di memoria PCM è accoppiata ad una cella con funzioni di selettore che consente il flusso di corrente solo verso la cella PCM e previene il crosstalk con le celle adiacenti. In questo perspective article vengono presentati e discussi i risultati ottenuti da Shen et al. [Science 374, 1390 (2021)] utilizzando il Te elementare per costruire uno selettore logico con una grande corrente di azionamento e una rapida velocità di commutazione, che può essere utilizzato per selezionare in modo efficiente le celle di memoria PCM nell'architettura cross-point. Realizzare una porta logica con un singolo elemento permette di evitare tutte le difficoltà legate alla complessa stechiometria delle leghe utilizzate finora e alla diffusione selettiva degli elementi. Il design a elemento singolo rappresenta un passo avanti verso memorie PCM ad alta densità, veloci e non volatili.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**BALBI
AMEDEO**

AUTORI:

A. BALBI, M. M.
CIRKOVIC

RIVISTA (DOI):

THE ASTRONOMICAL
JOURNAL

[10.3847/1538-3881/
ABEC48](https://doi.org/10.3847/1538-3881/ABEC48)

AMBITO DI RICERCA:

ASTROBIOLOGIA



Dipartimento di Fisica

LONGEVITY IS THE KEY FACTOR IN THE SEARCH FOR TECHNOSIGNATURES

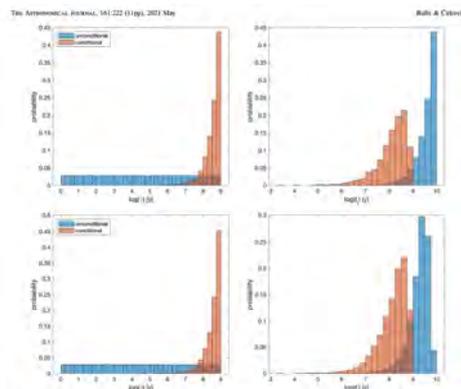


Figure 2. Each row shows the unconditional probability distribution of longevity τ (left) and size of appearance ξ (right) and the probability distributions of the same quantities conditioned to detection. In both rows, the unconditional probability distributions for τ is log-uniform, while ξ is uniformly distributed in the upper row (blue) or the left and normally distributed in the lower row (black) in the text.

La scoperta di migliaia di pianeti extrasolari negli ultimi due decenni ha dato nuovo impulso alla ricerca di vita fuori della Terra. In particolare, i progressi nelle tecniche di investigazione remota, sia spettroscopica che fotometrica, rendono sempre più concreta la possibilità di ottenere evidenze che possano essere ricondotte all'attività biologica (biosignatures) che tecnologica (technosignatures) su pianeti in orbita intorno ad altre stelle. Evidenze di questo tipo possono essere, ad esempio, la presenza di particolari molecole (come l'ossigeno, il metano o altri composti generalmente prodotti da organismi viventi) nell'atmosfera planetaria, o variazioni nell'albedo, o specifiche alterazioni nella curva di luce della stella ospite, e così via. In questo articolo, si sono usate simulazioni Monte Carlo per studiare come la durata temporale di tali evidenze influenzi la probabilità della loro scoperta, proponendo uno schema di classificazione basato sulla longevità delle signature osservative. In particolare, lo studio ha dimostrato che solo signature estremamente persistenti, con durate superiori a $\sim 10^6$ anni, hanno una probabilità non trascurabile di essere osservate. Al contrario, la rivelazione di signature di breve durata è possibile solo se il loro numero totale è dello stesso ordine di grandezza del numero totale di stelle nella nostra galassia. Ciò può avere un impatto sulla pianificazione di future osservazioni.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**BASSAN
MASSIMO**

AUTORI:

A. TARTAGLIA, M.
BASSAN, L. CASALINO,
M. CROSTA, M.
LATTANZI, ET ALL.

RIVISTA (DOI):

EXPERIMENTAL
ASTRONOMY

[10.1007/
S10686-021-09700-4](https://doi.org/10.1007/S10686-021-09700-4)

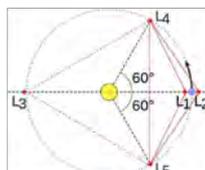
AMBITO DI RICERCA:

GRAVITAZIONE
SPERIMENTALE

DETECTING THE GRAVITO-MAGNETIC FIELD OF THE DARK HALO OF THE MILKY WAY - THE LADAHAD MISSION CONCEPT

1780 Experimental Astronomy (2021) 51:1773–1791

Fig. 2 Positions of the Lagrange points. The yellow disc is the Sun; the smaller blue disc is the Earth



having a gravito-magnetic field) and with an axially symmetric central mass, one has (general coordinates)

$$ds^2 = g_{00}c^2 dt^2 + g_{ij}dx^i dx^j + 2g_{0i}dx^i dt \quad (3)$$

The mixed term g_{0i} , in the weak field approximation leading to the GM field, may be interpreted as a space component of a potential three-vector \vec{h} similar to the vector potential of classical electromagnetism. Fully exploiting the analogy, the GM field is then:

$$\vec{B}_{GM} = c \nabla \times \vec{h} \quad (4)$$

L'articolo presenta una proposta di esperimento spaziale composto da tre satelliti posizionati ai punti di Lagrange (vedi figura) del sistema Terra-Sole, equipaggiati con orologi atomici e trasmettitori elettromagnetici. I tre satelliti formano un triangolo il cui perimetro è percorso da segnali elettromagnetici (microonde, o luminosi) in circa 2000 secondi. La

presenza di un campo gravito-magnetico (dovuto cioè a masse sorgente in rotazione, come il Sole) provoca un'asimmetria nel tempo di volo di questi segnali nei due versi di percorrenza: tale asimmetria è stimata di circa 0.4 picosecondi (10^{-12} s) per la rotazione del Sole. Ma lo stesso apparato può essere usato anche per rivelare la rotazione della galassia. Una discrepanza del valore misurato con le stime attuali del momento angolare galattico potrebbe indicare la presenza di materia oscura co-rotante con l'alone galattico. Articolo presentato alla call ESA: Voyage 2050 – science themes for ESA's long-term plan for the science programme: the nearby and distant Universe.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**BELLI
PIERLUIGI**

AUTORI:

P. BELLI, R. BERNABEI,
F. CAPPELLA,
V. CARACCIOLO,
R. CERULLI, ET ALL.

RIVISTA (DOI):

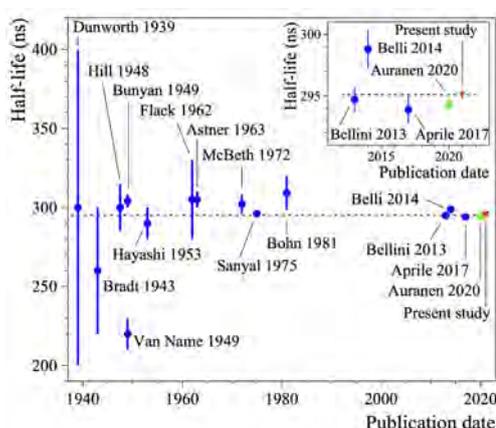
EUROPEAN PHYSICAL
JOURNAL

[10.1140/EPJA/
S10050-021-00510-Y](https://doi.org/10.1140/EPJA/S10050-021-00510-Y)

AMBITO DI RICERCA:

MISURA DI PRECISIONE
DELLA VITA MEDIA DEL
 ^{212}Po

THE HALF-LIFE OF ^{212}Po



Il nuclide ^{212}Po è instabile per decadimento α ed è il figlio del ^{212}Bi dalla catena di decadimento del ^{232}Th . Il suo tempo di decadimento è tra i più brevi tra i nuclidi radioattivi naturali. Il valore raccomandato del tempo di dimezzamento del ^{212}Po era prima di questo lavoro: $T_{1/2} = 294.3(8) \text{ ns}$; nella figura è riportata la cronologia delle misure, e relative accuratze,

effettuate fino ad ora. Nei primi esperimenti sono stati usati contatori gassosi per rilevare la sequenza BiPo : prima la particella β emessa nel decadimento del ^{212}Bi e successivamente la particella α dal ^{212}Po . Altre misure hanno utilizzato combinazioni di rivelatori a scintillazione e a semiconduttore. Un approccio diverso ha invece sfruttato uno scintillatore liquido arricchito con una sorgente contenente la catena BiPo . Secondo le precedenti osservazioni, al fine di migliorare l'accuratezza delle misurazioni dell'emivita del ^{212}Po , si dovrebbe ridurre al minimo il volume dello scintillatore liquido e utilizzare un fotomoltiplicatore (PMT) ed un'elettronica a risposta rapida. Per il presente studio è stato sviluppato uno scintillatore liquido caricato al torio. Pertanto, l'emivita del ^{212}Po rispetto al decadimento α allo stato fondamentale del ^{208}Pb (unico canale noto del decadimento ^{212}Po) è stata misurata: $T_{1/2} = 295.1(4) \text{ ns}$. Questo risultato è il valore più accurato (incertezza relativa: 0.14%) fino ad oggi ottenuto ed è stato possibile grazie all'utilizzo dello scintillatore liquido veloce (tempo di salita non superiore a $\approx 1 \text{ ns}$), al suo piccolo volume (12 mL), all'uso di un PMT veloce con tempo di salita $\approx 2 \text{ ns}$, all'alta frequenza di campionamento (20 GSa/s) e larghezza di banda (3.5 GHz) dell'oscilloscopio, all'elevata statistica dei dati acquisiti, all'algoritmo sviluppato per determinare con elevata precisione gli intervalli di tempo tra gli eventi di ^{212}Bi e gli eventi α del ^{212}Po .

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**BENZI
ROBERTO**

AUTORI:

A. CORBETTA, J. A.
MEEUSEN, C.M. LEE,
R. BENZI, F. TOSCHI

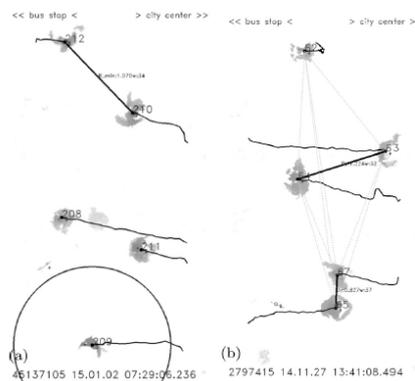
RIVISTA (DOI):

PHYSICAL REVIEW E
[10.1103/
PHYSREVE.98.062310](https://doi.org/10.1103/PhysRevE.98.062310)

AMBITO DI RICERCA:

MECCANICA
STATISTICA E SISTEMI
COMPLESSI

PHYSICS-BASED MODELING AND DATA REPRESENTATION OF PAIRWISE INTERACTIONS AMONG PEDESTRIANS



La parola turbolenza deriva dal latino turba, che significa disordine, e ulentus che si traduce “in abbondanza”. Turbolenza si riferiva, pertanto, al comportamento disordinato di un folla o di un assemblea da cui il significato di disordine sociale che ancora oggi viene usato. In fisica questa parola è utilizzata per descrivere il moto disordinato di un fluido (aria, acqua..)

fenomeno che tutti conoscono o hanno sperimentato. Negli ultimi anni vi è stato un notevole sforzo per capire se, oltre ai fluidi, possiamo studiare e in qualche misura prevedere il comportamento di una folla di persone ritornando allo studio della turbolenza nel suo significato originale. Questo implica capire come un pedone si muove e se esiste una descrizione quantitativa del comportamento di un pedone come se fosse un corpo soggetto a delle forze (forze sociali) indotte dalla presenza di altri pedoni o di possibili ostacoli. Per far questo é fondamentale: 1) poter osservare il movimento dei pedoni in modo da non influenzarne il comportamento; 2) la possibilità di estrarre le traiettorie dei pedoni facendo un confronto fra i comportamenti osservati e quelli ottenuti da una simulazione numerica. Questo consente di individuare quali siano le possibili forze sociali coerenti con quanto si osserva. Questo lavoro spiega come tale approccio sia perseguibile utilizzando nuove tecnologie di acquisizione e analisi dati (svariati tera byte), posizionando alcune telecamere nella stazione ferroviaria di Eindhoven per circa 1 anno (vedi figura). Questo tipo di ricerca permette, in prospettiva, la possibilità di prevedere statisticamente il comportamento di una folla di pedoni e migliorare in termini di sicurezza la progettazione di luoghi affollati.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**BERNABEI
RITA**

AUTORI:

**P. BELLI, R. BERNABEI,
V. CARACCIOLIO**

RIVISTA (DOI):

PARTICLES 4

[10.3390/
PARTICLES4020023](https://doi.org/10.3390/PARTICLES4020023)

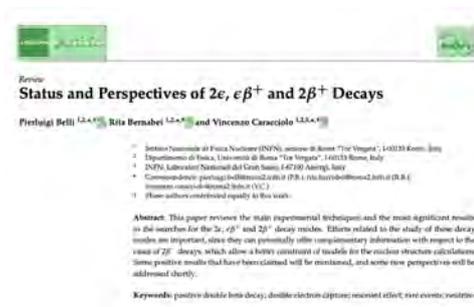
AMBITO DI RICERCA:

**DECADIMENTI
DOPPIO BETA**



Dipartimento di Fisica

STATUS AND PERSPECTIVES OF $2e$, $e\beta^+$ AND $2\beta^+$ DECAYS



Il doppio decadimento beta (DBD) è un importante strumento per studiare l'instabilità nucleare, l'interazione elettrodebole, la natura dei neutrini e la fisica oltre il Modello Standard della Fisica delle Particelle (SM). Le interpretazioni teoriche del doppio decadimento beta con

emissione di due neutrini sono ben descritte nello SM, mentre l'osservazione del doppio decadimento beta senza emissione di neutrini può aprire scenari oltre lo SM. I 35 isotopi, che possono decadere attraverso la modalità $2\beta^-$ hanno in genere un valore Q del processo maggiore rispetto al DBD nei canali positivi e, quindi, un'emivita inferiore. Tuttavia, i 34 emettitori DBD in canali positivi consentono di studiare il DBD per altri nuclei e, quindi, di verificare i calcoli per diversa forma nucleare e modi di decadimento, che coinvolgono costanti effettive di accoppiamento vettoriale e assiale-vettoriale deboli, ampliando le possibilità di prove sperimentali per il raggiungimento di importanti informazioni complementari. Questo articolo, dopo una adeguata introduzione, presenta una rassegna completa delle principali tecniche sperimentali e dei risultati più significativi nelle ricerche di modi di decadimento $2e$, $e\beta^+$ e $2\beta^+$. Gli sforzi relativi allo studio di questi modi di decadimento sono importanti, poiché possono potenzialmente offrire informazioni complementari rispetto ai casi di decadimento $2\beta^-$, e consentire un migliore vincolo dei modelli per il calcolo della struttura nucleare. Il lavoro affronta l'argomento in modo generale e con molte informazioni specifiche. Vi sono anche menzionati alcuni possibili risultati positivi e alcune nuove prospettive affrontabili a breve per continuare gli sviluppi di esperimenti di basso fondo intrinseco che possano raggiungere in prospettiva sensibilità adeguate.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**BERRILLI
FRANCESCO**

AUTORI:

V. PENZA, F. BERRILLI,
L. BERTELLO, M.
CANTORESI, S.
CRISCUOLI

RIVISTA (DOI):

THE ASTROPHYSICAL
JOURNAL LETTERS

[10.3847/2041-8213/
AC3663](https://doi.org/10.3847/2041-8213/AC3663)

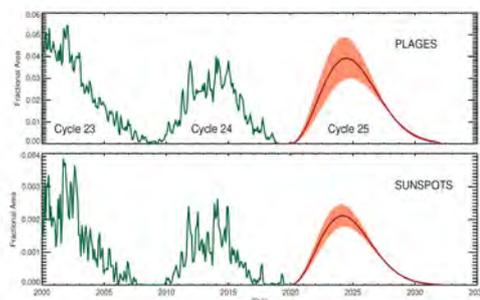
AMBITO DI RICERCA:

RELAZIONI
SOLE-TERRA,
FISICA SOLARE



Dipartimento di Fisica

PREDICTION OF SUNSPOT AND PLAGE COVERAGE FOR SOLAR CYCLE 25



La Terra riceve dal Sole mediamente circa 1362 W/m^2 , la cosiddetta costante solare. Ma questa quantità in realtà non è costante, essa varia su diverse scale temporali associate a diversi processi fisici. Dalle lente variazioni di luminosità associate all'evoluzione stellare fino alle

fluttuazioni, dai minuti agli anni, associate all'attività magnetica solare. Il ciclo quasi undecennale delle macchie e delle regioni brillanti (facolae) appartiene a quest'ultima classe di fenomeni. Inoltre sappiamo che gli eventi di Space Weather, come flare solari, emissione di particelle energetiche, espulsioni di massa coronale e tempeste geomagnetiche, seguono il ciclo solare e si verificano più frequentemente al massimo piuttosto che al minimo solare. Questi eventi possono avere un impatto significativo sulle nostre infrastrutture critiche, rendendo particolarmente importante la previsione dell'intensità dei futuri cicli solari. A tal proposito sono stati proposti diversi metodi per prevedere l'intensità del prossimo ciclo SC-25, con previsioni non sempre coerenti. La maggior parte di questi metodi si basa su tecniche autoregressive o di Machine Learning applicate alle serie temporali di macchie solari o di altri indicatori dell'attività solare. Nel nostro articolo abbiamo presentato un metodo basato su una relazione empirica tra le coperture di macchie e plage (la controparte cromosferica delle facolae) in cicli pari-dispari negli ultimi 100 anni. Prevediamo che il prossimo SC-25 raggiungerà il picco nel 2024 e durerà per circa 12 anni e sarà leggermente più lungo del passato SC-24. Abbiamo anche stimato che, in termini di copertura di macchie solari e plage, l'intensità sarà sostanzialmente simile o leggermente superiore a quella del SC-24.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**BIANCHI
MASSIMO**

AUTORI:

M. BIANCHI, D.
CONSOLI, A. GRILLO, T.
IKEDA, J. F. MORALES,
ET ALL.

RIVISTA (DOI):

PHYS.REV.D

[10.1103/
PHYSREVD.104.066021](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.104.066021)

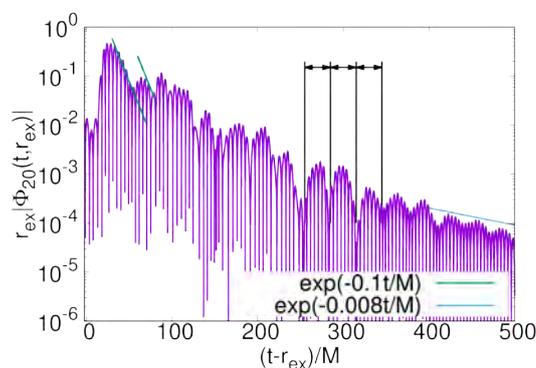
AMBITO DI RICERCA:

TEORIE DI STRINGA
E GRAVITÀ
QUANTISTICA



Dipartimento di Fisica

BLACK-HOLE MICROSTATE SPECTROSCOPY: RINGDOWN, QUASINORMAL MODES, AND ECHOES



Alcuni problemi concettuali molto profondi associati ai buchi neri classici possono essere affrontati nella teoria delle stringhe tramite il paradigma di "fuzzball", che fornisce una descrizione microscopica di un buco nero in termini di un numero enorme di geometrie

regolari, senza orizzonte, con le stesse proprietà (massa, carica e momento angolare) del corrispondente buco nero ma con simmetria molto ridotta. Motivati dalla possibilità di osservare effetti di gravità quantistica in oggetti astrofisici compatti tramite questo approccio, eseguiamo le prime simulazioni numeriche di un campo scalare che si propaghi in un'ampia classe di geometrie multicentriche senza isometrie spaziali, che soddisfano le equazioni di supergravità $N = 2$ estesa nello spazio-tempo $3 + 1$ dimensionale. L'analisi ci permette di identificare sia i modi quasi-normali della risposta lineare alla perturbazione a tempi brevi nella fase di 'ring-down', che sono associati alla dinamica della cosiddetta 'sfera di luce' e sono simili a quelli dei buchi neri, sia la comparsa di echi a tempi lunghi, che contraddistinguono la presenza di struttura alla scala dell'orizzonte e la regolarità di queste soluzioni. La risposta lineare è in perfetto accordo con un modello analitico basato sul moto geodetico in queste geometrie complicate. I nostri risultati forniscono la prima prova numerica della stabilità dinamica dei "fuzzball" a livello lineare e indicano la strada per un'accurata discriminazione tra "fuzzball" e buchi neri usando la spettroscopia di onde gravitazionali. Per illustrare il fenomeno, in Figura riportiamo l'evoluzione temporale a distanza $d = 8.0 GM/c^2$ dal centro di massa del modo quadrupolare ($l = 2, m = 0$) di un campo scalare con profilo iniziale gaussiano a simmetria sferica che perturba la geometria di un microstato di massa M con parametri di scala $L = 0.27 GM/c^2$ e di carica $K = 2$.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**BIFERALE
LUCA**

AUTORI:

M. BUZZICOTTI, F.
BONACCORSO, P. CLARK
DI LEONI, L. BIFERALE

RIVISTA (DOI):

PHYSICAL REVIEW
FLUIDS

[10.1103/
PHYSREVFLUIDS.6.050503](https://doi.org/10.1103/PhysRevFluids.6.050503)

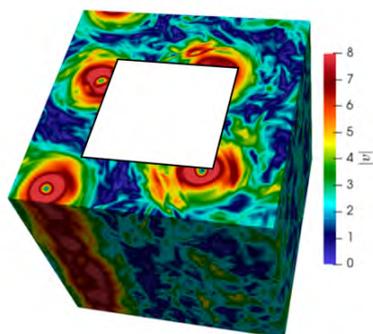
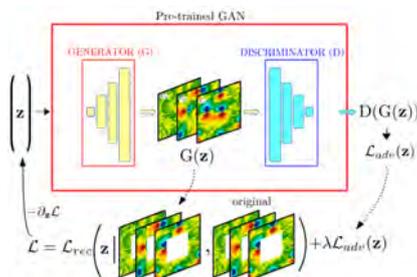
AMBITO DI RICERCA:

FLUIDODINAMICA,
TURBOLENZA,
INTELLIGENZA
ARTIFICIALE



Dipartimento di Fisica

RECONSTRUCTION OF TURBULENT DATA WITH DEEP GENERATIVE MODELS FOR SEMANTIC INPAINTING FROM TURB-ROT DATABASE



In questo lavoro abbiamo riadattato gli algoritmi di Intelligenza Artificiale (IA) sviluppati per l'analisi di immagini digitali, come le "Convolutional Neural Networks" (CNN), per la ricostruzione dei dati provenienti da misurazioni incomplete del campo di velocità di flussi turbolenti, Fig.1. Utilizzare l'IA in ambito scientifico è tanto rischioso quanto potenzialmente utile. Infatti, seppur l'IA è stata sviluppata per applicazioni meno rigorose di quelle scientifiche, offre degli strumenti molto promettenti in grado di poter risolvere problemi noti dall'acquisizione all'analisi dei dati sperimentali, i.e. rimuovere il rumore o ricostruire parti mancanti nelle misure. Nel tentativo di esportare l'IA in

ambito scientifico, i flussi turbolenti rappresentano un terreno perfetto su cui testare questi strumenti. Un flusso turbolento è caratterizzato da una dinamica complessa che copre grandi intervalli spazio-temporali, dando origine a grandi quantità di dati che necessitano di essere lavorati velocemente e con accuratezza. In questo lavoro, per testare i limiti dei nuovi algoritmi di IA ci siamo spinti nella ricostruzione di grandi regioni del campo di velocità turbolento. I nostri risultati mostrano che le CNN sono in grado di estrarre da misure limitate informazioni globali e multiscala del flusso osservato in modo da poterne ricostruire le loro caratteristiche nelle regioni mancanti con grande accuratezza, fino a ricostruire correttamente la statistica anche delle scale più piccole. Introducendo delle tecniche di analisi non-convenzionali nell'ambito di IA, abbiamo quantificato gli errori nella ricostruzione dei nuovi strumenti, mostrando la loro superiorità rispetto alle tecniche note in letteratura. In Fig.2 è riportato uno schema del funzionamento degli algoritmi AI utilizzati in questo lavoro.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**BONANNI
BEATRICE**

AUTORI:

B. BONANNI, M.
FANFONI, M. LACAL, A.
SGARLATA,
F. CAROLEO, ET ALL.

RIVISTA (DOI):

THE JOURNAL OF
PHYSICAL
CHEMISTRY C

[10.1021/
ACS.jpcc.1c00689](https://doi.org/10.1021/ACS.jpcc.1c00689)

AMBITO DI RICERCA:

FISICA SPERIMENTALE
DELLA MATERIA

GROWTH OF CORROLE FILMS FROM SOLUTION: A NANOMETER-SCALE STUDY AT THE REAL SOLID- LIQUID INTERFACE

Figure 1 a

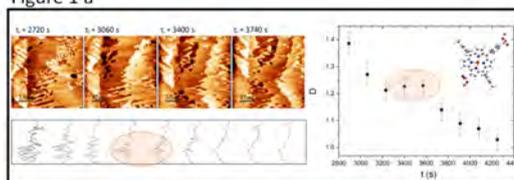
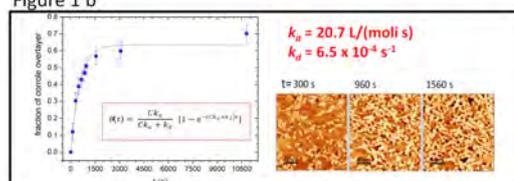


Figure 1 b



Le porfirine ed i loro derivati sono tra i composti organici più promettenti per applicazioni nell'elettronica molecolare. Tra i porfirinoidi, i corroli si sono rivelati di grande efficacia in campi (catalisi, sensoristica, area medica), in cui le applicazioni prevedono la presenza di un film di molecole (su un elettrodo) in contatto con una soluzione; lo

studio del "layer" di corroli in ambiente liquido diventa quindi di primaria importanza. La deposizione controllata di corroli su un substrato di Au (111) è stata studiata *in situ* (in soluzione) ed in tempo reale a livello molecolare, mediante microscopia a scansione a effetto tunnel (STM), per due concentrazioni che differiscono di un fattore 500. In entrambi i casi, le molecole si adsorbono piatte sulla superficie dell'oro. Per la bassa concentrazione, ad una prima fase disordinata segue una seconda più ordinata, in cui le molecole si organizzano in strati sovrapposti e molto piatti. Anche i bordi tortuosi dei gradini che delimitano gli strati, descrivono un'evoluzione verso l'ordine: inizialmente molto frastagliati, tendono a diventare regolari, come mostra la diminuzione nel tempo della dimensione frattale (D) del loro profilo (Fig. 1 a). Ad alta concentrazione, è stata studiata la cinetica del ricoprimento da soluzione acquisendo immagini STM in liquido ad intervalli di tempo regolari: la deposizione dello strato superiore è descritta dalla cinetica di Langmuir, che fornisce una stima delle costanti di assorbimento k_a e desorbimento k_b (Fig. 1 b). Per entrambe le concentrazioni, il film di molecole a contatto con la soluzione raggiunge dopo qualche ora una configurazione asintotica, stabile per tempi più lunghi, risultato rilevante per possibili applicazioni del film molecolare all'interfaccia solido/ liquido.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**BONO
GIUSEPPE**

AUTORI:

J. CRESTANI, V. F.
BRAGA, M. FABRIZIO, G.
BONO, C. SNEDEN, ET
ALL.

RIVISTA (DOI):

ASTROPHYSICAL
JOURNAL

[10.3847/1538-4357/
ABFA23](https://doi.org/10.3847/1538-4357/ABFA23)

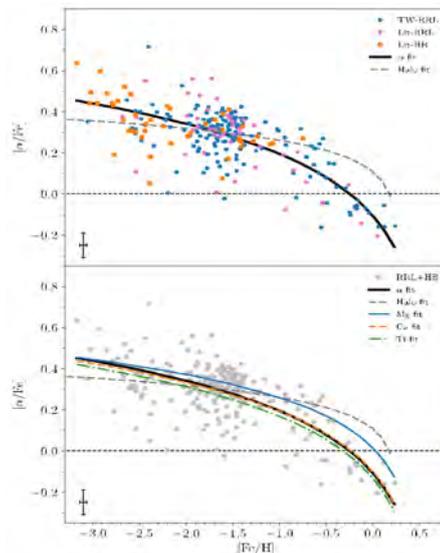
AMBITO DI RICERCA:

ASTROFISICA
STELLARE



Dipartimento di Fisica

ON THE USE OF FIELD RR LYRAE AS GALACTIC PROBES. III. THE A-ELEMENT ABUNDANCES



Le RR Lyrae (RRL) sono stelle variabili di piccola massa ($0.6 \leq M/M_{\odot} \leq 0.8$) in fase di bruciamento centrale di elio. Le RRL sono delle ottime candele campione le cui distanze individuali possono essere determinate con un'accuratezza del 3%. Inoltre sono ottime traccianti delle popolazioni stellari antiche ($t \geq 10 \text{ Gyr}$) della Galassia. Lo scopo di questo progetto è di misurare la composizione chimica (ferro, elementi alfa [O, Mg, Si, S, Ar, Ca, Ti], cattura neutronica [Y, La, Ce, Pd, Nd, Eu]) delle RRL di campo. Le abbondanze

consentono di migliorare l'accuratezza delle distanze cosmiche e per investigare l'evoluzione chimica della Galassia. In questo articolo abbiamo utilizzato spettri ottici ad alta risoluzione spettrale ed abbiamo trovato per la prima volta che le RRL di campo nel regime ricco di metalli sono sottoabbondanti di elementi alfa (vedi Fig.1). Questa evidenza suggerisce che le supernovae di tipo *Ia* abbiano giocato un ruolo determinante nell'arricchimento chimico dell'alone.

Figura: **Superiore** - Media dell'abbondanza degli elementi alfa (Mg, Ca, Ti) in funzione dell'abbondanza del ferro. I cerchi blu evidenziano la posizione delle RRL analizzate in questo articolo. Le stime disponibili in letteratura sono evidenziate con cerchi rosa (RRL) e con quadrati arancioni (Ramo Orizzontale). La linea nera mostra il fit logaritmico sull'intero campione, mentre quella grigia a tratti il confronto con un fit simile ma effettuato su un campione di oggetti che include stelle di campo e globulari. **Inferiore** - Come il pannello superiore, ma l'intero campione è mostrato con cerchi grigi. Le linee colorate (vedi etichette) mostrano i fit logaritmici sugli elementi alfa (blu solida, Mg ; arancione a tratti, Ca ; verde a tratti, Ti).

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**CAMILLI
LUCA**

AUTORI:

**D. M. A. MACKENZIE,
M. GALBIATI, X. D. DE
CERIO, I. Y.
SAHALIANOV, T. M.
RADCHENKO, L.
CAMILLI, ET ALL.**

RIVISTA (DOI):

2D MATERIALS

[10.1088/2053-1583/
AC28AB](https://doi.org/10.1088/2053-1583/AC28AB)

AMBITO DI RICERCA:

**MATERIALI A BASSA
DIMENSIONALITÀ,
GRAFENE, PROPRIETÀ
ELETTRONICHE DEI
MATERIALI,
DROGGAGGIO,
IMPUREZZE NEI SOLIDI**



UNRAVELING THE ELECTRONIC PROPERTIES OF GRAPHENE WITH SUBSTITUTIONAL OXYGEN



Il drogaggio è un metodo molto usato nell'industria dei semiconduttori per modificare le proprietà elettroniche di un materiale. Consiste nell'introdurre in un reticolo atomico quantità controllate di atomi di elementi che, nella tavola periodica, si trovano in gruppi vicini a quello ospitante. Ad esempio, il silicio (gruppo IV) viene drogato con atomi di azoto (N) o di boro (B) che

appartengono al gruppo V e III, rispettivamente. Noi abbiamo drogato un singolo strato atomico di atomi di carbonio (i.e., grafene) con ossigeno (O) e ne abbiamo studiato le proprietà elettroniche. Essendo il grafene composto di atomi di carbonio, è ragionevole usare B o N per il drogaggio, come infatti mostrato da studi precedenti. Tuttavia, esponendo un campione di grafene ad un plasma di ioni O accelerati ad energia controllata siamo stati in grado di impiantarvi atomi di O . Il materiale drogato è stato studiato con la microscopia ad effetto tunnel che ha permesso di individuare gli atomi di O , e di osservare, a livello atomico, come la loro presenza ha modificato la struttura locale del reticolo grafenico. Poi, il grafene drogato è stato usato come canale in un transistor ad effetto di campo. Le misure elettriche hanno rivelato un drogaggio di tipo n e la presenza di un significativo potenziale di scattering associato agli atomi di O . Calcoli con il modello tight binding e simulazioni con approccio density functional theory sono stati usati per spiegare in dettaglio le osservazioni sperimentali. Questi risultati hanno rilevanza per altri materiali a bassa dimensionalità come ossido di grafene, nanotubi di carbonio ossidati e composti organici coniugati, materiali promettenti nel campo dell'elettronica flessibile, della catalisi e dello stoccaggio energetico.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**CARACCILO
VINCENZO**

AUTORI:

P. BELLÌ, R. BERNABEI, F.
CAPPELLA, V.
CARACCILO, R.
CERULLI, ET ALL.

RIVISTA (DOI):

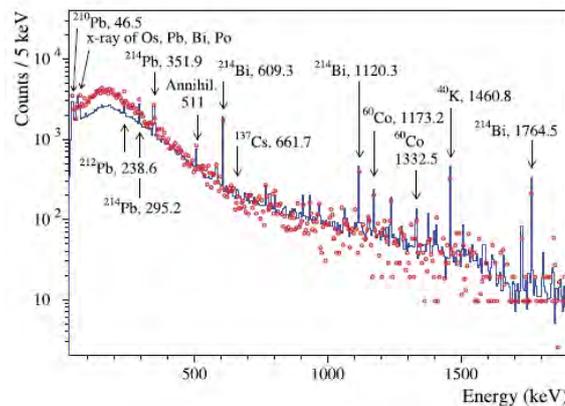
JOURNAL OF PHYSICS
G: NUCLEAR AND
PARTICLE PHYSICS

[10.1088/1361-6471/
AC068A](https://doi.org/10.1088/1361-6471/AC068A)

AMBITO DI RICERCA:

ASTROFISICA
PARTICELLARE

NEW EXPERIMENTAL LIMITS ON DOUBLE-BETA DECAY OF OSMIUM



Il doppio decadimento beta (DDB) è uno dei processi più rari oggi noti. Il suo studio ci aiuta a comprendere la fisica del nucleo, del neutrino e dell'interazione debole. I neutrini sono particelle elementari che manifestano due caratteristiche peculiari, una è una bassa probabilità di interagire con la materia e

l'altra è il cosiddetto meccanismo di oscillazione. Quest'ultimo è dovuto al fatto che tali particelle sono massive seppur estremamente leggere (la loro massa non è ancora nota). Dovuto a quest'ultima caratteristica, si ipotizza esistere un nuovo tipo di DDB che è senza emissione di neutrini (diversamente dal caso osservato in cui sono emessi due neutrini). Lo studio di tale fenomeno può consentire di aprire una finestra su una fisica del tutto nuova. Il lavoro presente si incanala in tale ambito di ricerca ed è stato condotto presso il laboratorio sotterraneo del Gran Sasso, dove, grazie allo sviluppo di un campione di osmio ultra-radiopuro e all'impiego di rivelatori HP-Ge (High Purity Germanium), mediante la tecnica della spettrometria gamma, è stato possibile indagare vari processi di DDB, sia con che senza l'emissione di neutrini, da isotopi di ^{184}Os e ^{192}Os . In particolare, sono state studiate molte transizioni di doppia cattura elettronica (CE) o di una CE più l'emissione di un positrone da nuclei di ^{184}Os a livelli eccitati o al livello fondamentale di ^{184}W , considerando anche il caso del cosiddetto effetto risonante ove ipotizzabile. Sono state studiate, inoltre, anche le transizioni da ^{192}Os al primo livello eccitato di ^{192}Pt con emissione di due elettroni (sia con che senza emissioni di neutrini). Le misure hanno migliorato gli attuali limiti sperimentali sulle vite medie delle varie transizioni qui studiate fino ad un livello di 10^{20} anni.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**CASTRUCCI
PAOLA**

AUTORI:

M. SCAGLIOTTI, M.
SALVATO, M. DE
CRESCENZI, N. MISHRA,
P. CASTRUCCI ET ALL.

RIVISTA (DOI):

NANOTECHNOLOGY

[10.1088/1361-6528/
ABD789](https://doi.org/10.1088/1361-6528/ABD789)

AMBITO DI RICERCA:

FISICA DELLA MATERIA
CONDENSATA,
MATERIALI
BIDIMENSIONALI,
FOTORIVELATORI



Dipartimento di Fisica

LARGE-AREA, HIGH-RESPONSIVITY, FAST AND BROADBAND GRAPHENE/N-SI PHOTODETECTOR

Migliori caratteristiche dei PD ad eterogiunzione grafene (Gr)/Si
riportati in letteratura e quelle ottenute in questo lavoro

Fotorivelatore	Intervallo spettrale (nm)	Sensibilità (A/W)	Tempo di risposta in salita (ns)	Area attiva (mm ²)	Riferimento bibliografico
Gr/Si ultra sottile	200 – 1200	0.46	10 ¹	3.6·10 ³	Ali A. et al., IEEE International Electron Devices Meeting (IEDM) (San Francisco, CA, USA, 2-6 Dec. 2017) pp. 8.1.1-8.6.4, 1801182
Gr/Si - Gr/SiO ₂	360 – 2200	0.27	-	0.83	Riazimehr S. et al. ACS Photonics 4 (2017) 1506-14
Gr/Si	300 – 1100	0.73	3·10 ³	0.1	Li X et al. Small 12 (2016) 595-601
Gr/Si	-	88	-	10 ²	Luongo G. et al. Nanomaterials 9 (2019) 659
Gr/Flu	632 and 1550	10 ⁶	3·10 ³	10 ²	Chen Z. et al., Adv. Opt. Mater. 3 (2015) 1207-14
Gr/Si	360 – 1200	0.635	-	0.5	Riazimehr S. et al., ACS Photonics 6 (2018) 107-15
Gr/Si	200 – 1100	0.435	1.2·10 ²	5·10 ³	An X. et al., Nano Lett. 13 (2013) 909-16
Gr/Si	1500	0.0395	5·10 ³	78	Wang C. Et al., Sens. Actuators, A 251 (2019) 87-92
Gr/Si	200 – 1100	0.2	5	0.25	Wan X et al. NPI 2D Mater. Appl. 1 (2017) 4
Gr/Si	200-1100	10 ⁷	1.79·10 ⁶	1·10 ²	Liu F and Kar S ACS Nano 8 (2014) 10270-9
Gr/Si	795 – 850	70	-	6.4·10 ⁴	Chang K. E. et al., Small 14 (2018) 1801182
Gr/Sp	240 - 2000	10 ⁷	2	8	Questo lavoro

I fotorivelatori (PD) sono tra i dispositivi elettronici più utilizzati nella vita quotidiana e nella scienza. Sono elementi fondamentali nei sensori intelligenti, nei sistemi di sorveglianza, nei dispositivi medici, nelle stazioni meteo ed anche nel rilevare la luce

generata da altri fenomeni fisici. Ogni applicazione richiede PD con caratteristiche specifiche. Tra queste si enumerano: risposta veloce allo stimolo esterno; capacità di rivelare segnali molto deboli con una grande sensibilità; grande dimensione; linearità della risposta anche per radiazioni incidenti di grande potenza; capacità di rilevare segnali in una regione a banda larga dalla radiazione ultravioletta (UV) a quella infrarossa (IR); possibilità di lavorare a tensioni basse o nulle. Per soddisfare alcune o tutte queste richieste, negli ultimi anni si stanno studiando eterostrutture basate su materiali bidimensionali e semiconduttori tradizionali per sfruttare le proprietà optoelettroniche uniche dei primi e l'integrabilità nei processi industriali dei secondi. In questo lavoro abbiamo progettato e realizzato un PD basato sull'eterogiunzione grafene/silicio. Il PD ottenuto è versatile e ampiamente utilizzabile. Esso opera a temperatura ambiente, è sensibile nella regione spettrale dall'UV (240 nm) all'IR (2000 nm) e può essere utilizzato in diverse configurazioni che consentono un'elevata sensibilità fino a 10^7 AW^{-1} , un tempo di risposta di pochi nanosecondi, un'efficienza quantica esterna superiore al 300% e risposta lineare. Ciò è dovuto all'elevata qualità del grafene depositato su un'ampia area di 8 mm^2 e dal design interdigitato dei contatti, che preservano le eccellenti proprietà del grafene quando si passa dalle dimensioni nanometriche a quelle macroscopiche dei PD commerciali.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**CERRITO
LUCIO**

AUTORI:

**L. CERRITO,
ATLAS
COLLABORATION**

RIVISTA (DOI):

EUR. PHYS. J. C

[10.1140/EPJC/
S10052-021-09439-4](https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09439-4)

AMBITO DI RICERCA:

**FISICA DELLE
PARTICELLE
ELEMENTARI**

Dipartimento di Fisica

MEASUREMENTS OF THE INCLUSIVE AND DIFFERENTIAL PRODUCTION CROSS SECTIONS OF A TOP-QUARK-ANTIQUARK PAIR IN ASSOCIATION WITH A Z BOSON AT $\sqrt{s} = 13$ TeV WITH THE ATLAS DETECTOR



La produzione associata di coppie di quark top e bosoni Z è un processo particolarmente interessante perché fornisce informazioni sull'accoppiamento del quark top con i bosoni di gauge elettrodeboli. Eventuali misure discordanti dell'intensità di accoppiamento tra il top quark ed il bosone Z rispetto alle previsioni della teoria del Modello Standard (MS) implicherebbero l'esistenza di nuovi effetti nel meccanismo di rottura della simmetria elettrodebole, e vari modelli di fisica oltre il MS predicono

grosse deviazioni degli accoppiamenti elettrodeboli del top quark rispetto al valore del MS. I ricercatori dell'esperimento ATLAS, cui partecipa il Dipartimento di Fisica e la Sezione INFN dell'Università Roma "Tor Vergata" hanno identificato alcune centinaia di eventi compatibili con la topologia in cui una coppia di quark top è stata prodotta in associazione con un bosone Z , utilizzando i dati delle collisioni protone-protone raccolti con il rivelatore ATLAS al Large Hadron Collider (CERN). La misura della probabilità di produzione di questa reazione, con una precisione del 10%, è la più accurata mai ottenuta e risulta in accordo con la teoria del Modello Standard, mentre la determinazione delle proprietà cinematiche delle particelle nello stato finale permettono di verificare i calcoli teorici di Cromodinamica Quantistica nel regime perturbativo.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**CERULLI
RICCARDO**

AUTORI:

P. BELLÌ, R. CERULLI

RIVISTA (DOI):

PHYSICS

[10.3390/
PHYSICS3010011](https://doi.org/10.3390/physics3010011)

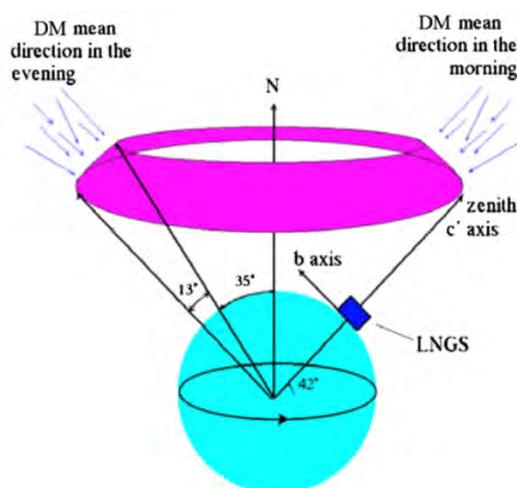
AMBITO DI RICERCA:

FISICA DELLE
ASTROPARTICELLE,
MATERIA OSCURA



Dipartimento di Fisica

SENSITIVITY OF SOLID-SCINTILLATOR DETECTORS TO DARK MATTER



La parte più cospicua di Materia presente nell'Universo è costituita da particelle subatomiche formatesi nei primi istanti successivi al Big Bang e sopravvissute fino all'Universo attuale. Questa componente di Materia non emette né assorbe radiazione luminosa e viene indicata come Materia Oscura (MO). Le particelle di MO hanno avuto un ruolo fondamentale

nell'evoluzione dell'Universo e nella formazione delle Galassie. Esse all'interno delle Galassie formano un alone esteso che le pervade. Molti sforzi sperimentali sono volti all'investigazione diretta dell'interazione di queste particelle con rivelatori posti in laboratori sotterranei. In questo articolo sono discusse le sensibilità che si possono raggiungere studiando marcature peculiari del segnale di MO che permettono di evidenziare in modo non ambiguo la presenza di MO nella nostra Galassia utilizzando rivelatori cristallini a scintillazione. Le marcature più promettenti e che sono state prese in considerazione sono: la modulazione annuale, la modulazione diurna e l'approccio della direzionalità. La modulazione annuale è stata investigata con successo dagli esperimenti DAMA/NaI e DAMA/LIBRA ai Laboratori sotterranei del Gran Sasso. Essi hanno raccolto dati per complessivi 22 cicli annuali ed hanno evidenziato la presenza di una modulazione annuale che soddisfa tutti i requisiti attesi per un segnale di MO con elevata significatività statistica. DAMA/LIBRA ha anche studiato la modulazione diurna ma la sensibilità sperimentale raggiunta non è ancora in grado di evidenziare l'effetto atteso. Infine è in corso un R&D molto promettente denominato ADAMO che si propone di realizzare un esperimento per studiare la MO con l'approccio della direzionalità utilizzando gli scintillatori anisotropi di $ZnWO_4$.

CONSTRAINTS ON COSMIC STRINGS USING DATA FROM THE THIRD ADVANCED LIGO-VIRGO OBSERVING RUN

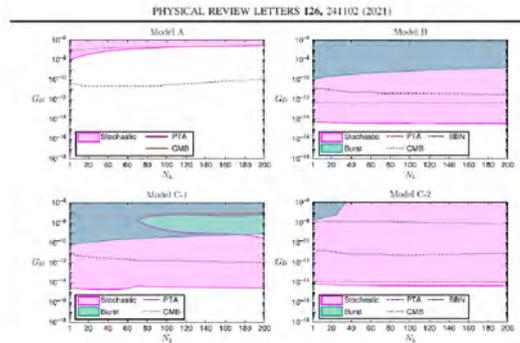


FIG. 3. Exclusion regions at 95% C.L. on the cosmic string parameter space (N_s , G_μ) derived from the stochastic search (pink) and the burst search (purple). Four models are considered to describe the distribution of cosmic string loops: model A (top left), model B (top right), model C-1 (bottom left) and model C-2 (bottom right). Note that the stochastic result constitutes the data of O1, O2, and O3, while the burst search only includes O3 data. We also report limits from other experiments: pulsar timing arrays (PTA) [33,34], cosmic microwave background (CMB) [31], and Big Bang nucleosynthesis [32]. The notch in the SGWB constraint for model C-1 is explained in the Supplemental Material [42].

Usando dati del terzo ciclo osservativo abbiamo cercato segnali di onde gravitazionali prodotti da stringhe cosmiche. Una ricerca basata su modelli per segnali transitori di breve durata non ha prodotto nessuna rivelazione. Abbiamo usato anche i limiti superiori della densità di energia del fondo stocastico di onde gravitazionali, per estrarre un vincolo sulla tensione delle stringhe cosmiche G_μ in funzione del numero di nodi, o del numero di cuspidi, per due modelli di distribuzione di stringhe cosmiche ad anello. Nel primo modello, denominato A, il numero di stringhe ad anello, di lunghezza invariante per unità di volume e per unità di tempo, è direttamente dedotto dalle simulazioni Nambu-Goto nelle varie ere di radiazione e materia. Invece nel secondo modello, si formano anelli di tutte le dimensioni secondo una legge di potenza specificata da un parametro che ha diversi valori nelle varie ere di radiazione e materia. C'è una differenza qualitativa tra questi due modelli poiché nel secondo i piccoli anelli sono prodotti in quantità molto maggiore rispetto al primo. Gli attuali vincoli su G_μ sono più forti di 2 ordini di grandezza per il modello A e 1 ordine di grandezza per il modello B, rispetto a quelli ricavati nei precedenti cicli osservativi. Infine, abbiamo sviluppato e testato un terzo modello che interpola i due precedenti. Nel caso delle stringhe cosmiche formate alla fine dell'inflazione, questi risultati sollevano interrogativi sulla validità di semplici modelli inflazionistici nel contesto delle teorie della grande unificazione, a meno che non si invocino campi extra per evitare la formazione di stringhe cosmiche.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**CIANCHI
ALESSANDRO**

AUTORI:

R. POMPILI, D. ALESINI,
M. P. ANANIA, M.
BEHTOUEI, A. CIANCHI,
ET ALL.

RIVISTA (DOI):

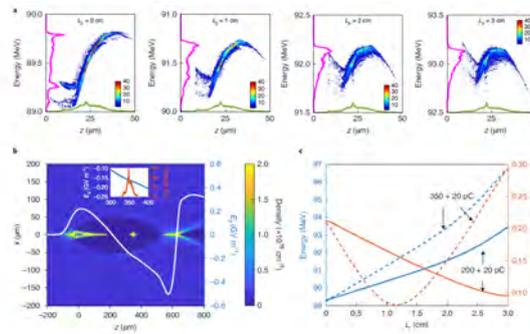
NATURE PHYSICS

[10.1038/
S41567-020-01116-9](https://doi.org/10.1038/S41567-020-01116-9)

AMBITO DI RICERCA:

FISICA DEGLI
ACCELERATORI

ENERGY SPREAD MINIMIZATION IN A BEAM-DRIVEN PLASMA WAKEFIELD ACCELERATOR



Il numero di acceleratori di particelle nel mondo si è più che quadruplicato nell'ultimo ventennio. Purtroppo non è seguito a questo successo un aumento del gradiente accelerante e dunque per ottenere macchine a più

alte energie l'unica soluzione è costruire acceleratori più grandi e costosi. L'accelerazione a plasma promette di realizzare macchine molto compatte ed economiche, per essere ospitate presso laboratori, università, ospedali e siti industriali. Un driver di particelle cariche provoca la separazione tra le cariche positive e negative in un plasma, creando una perturbazione ondosa (onda di plasma). Tra di loro si stabilisce un campo elettrico intenso, ordini di grandezza superiore a quelli attuali. Un fascio, chiamato witness (testimone) viene iniettato nel plasma così preparato. Esso viene accelerato in spazi molto contenuti. Questo articolo risolve uno dei problemi più gravi dell'accelerazione al plasma. Poiché la lunghezza d'onda della onda di plasma è di poche decine di micrometri, la lunghezza del pacchetto di particelle deve essere molto più piccola di questo valore, altrimenti testa e coda del pacchetto vedono campi sostanzialmente diversi e il fascio accumula una dispersione di energia (energy spread), rendendolo inutilizzabile per molti scopi. In questo lavoro invece il fascio di particelle entra con una correlazione di energia testa-coda opposta a quella che sarà indotta dal plasma. Ovvero il plasma continuerà ad accelerare in modo diverso testa e coda del pacchetto, ma queste non sono alla stessa energia. In questo modo in uscita dal canale di plasma il fascio sarà comunque monoenergetico, al livello dello 0.1% che è il valore che viene considerato limite per un fascio di alta qualità che possa pilotare un Free Electron Laser.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**CIMINI
GIULIO**

AUTORI:

M. SERAFINO, G.
CIMINI, A. MARITAN, A.
RINALDO, S. SUWEIS,
ET ALL.

RIVISTA (DOI):

PNAS

[10.1073/PNAS.2013825118](https://doi.org/10.1073/PNAS.2013825118)

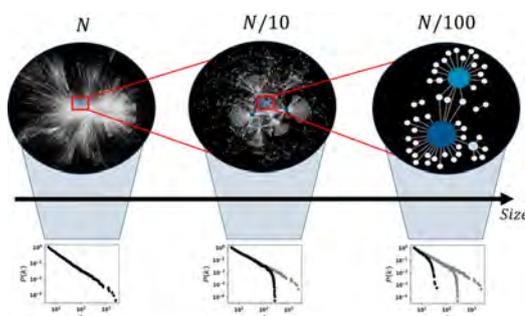
AMBITO DI RICERCA:

FISICA STATISTICA
DELLE RETI
COMPLESSE



Dipartimento di Fisica

TRUE SCALE-FREE NETWORKS HIDDEN BY FINITE SIZE EFFECTS



Una delle caratteristiche principali e più dibattute delle reti complesse è la cosiddetta “invarianza di scala”: la rete *scale-free* non cambia aspetto se la si osserva a scale diverse. Questa proprietà è la stessa che caratterizza le grandezze

termodinamiche di un sistema in corrispondenza di una transizione di fase (per esempio l’acqua che al punto critico è una miscela gas-liquido), dove le fluttuazioni si verificano a tutte le scale di lunghezza. Nel contesto delle reti, l’invarianza di scala riguarda invece proprietà strutturali, prima tra tutte la connettività dei costituenti del sistema — ad esempio, quanti followers ha un profilo Twitter, quanti hyperlinks partono da una pagina web, quante interazioni ha una proteina in una cellula. L’invarianza di scala della connettività ha importanti implicazioni sia sul meccanismo generativo della rete che sulle sue funzioni e proprietà. Ad esempio, è noto che una rete *scale-free* è più vulnerabile alla propagazione di un’epidemia rispetto a un sistema omogeneo, ma è anche più facile da monitorare e controllare. Tuttavia, l’invarianza di scala è rigorosamente vera solo per un sistema infinito, mentre per un sistema finito esiste un limite superiore dato dalla dimensione del sistema stesso. In questo lavoro sviluppiamo un metodo statistico basato sulle trasformazioni di scala per capire quando una rete è effettivamente caratterizzato da invarianza di scala nonostante la sua taglia finita. Applicando il metodo ad un ampio campione di reti reali di diversa natura mostriamo come l’invarianza di scala sia effettivamente una proprietà ubiqua delle reti, con deviazioni significative che appaiono principalmente in presenza di vincoli addizionali sul sistema (per esempio nelle reti di infrastrutture, dove la connettività non può prescindere dalla geografia del territorio).

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**CIRILLO
MATTEO**

AUTORI:

C. CHENG, M. CIRILLO,
N. GRØNBÆCH-JENSEN

RIVISTA (DOI):

ENTROPY

[10.3390/E23101315](https://doi.org/10.3390/E23101315)

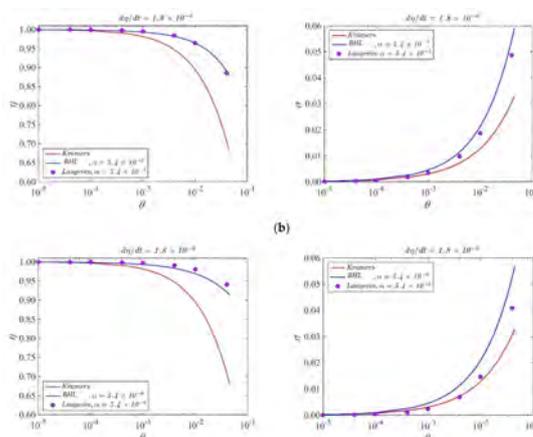
AMBITO DI RICERCA:

SISTEMI DINAMICI,
MECCANICA
STATISTICA,
EFFETTO JOSEPHSON,
EFFETTI
MACROSCOPICI
DI TUNNELING
QUANTISTICO



Dipartimento di Fisica

DISSIPATION-DEPENDENT THERMAL ESCAPE FROM A POTENTIAL WELL



Sono presentati risultati numerici ed analitici riguardanti attivazione termica in potenziali unidimensionali nei casi limite di bassissime temperature e dissipazioni. Risultati numerici sono confrontati con le teorie di Kramers e Buttiker-Harris-Landauer dimostrando che nel caso limite di basse dissipazioni quest'ultimo modello offre una

descrizione molto accurata della fenomenologia numerica ottenuta mediante integrazione di un modello di Langevin. Benché il modello BHL sia stato pubblicato nel 1983 (Phys. Rev. B 28, 1268,1983) esso ha ricevuto scarsa attenzione per paragoni con risultati sperimentali/numerici, anche a causa delle particolari normalizzazioni usate nel lavoro. Abbiamo dedicato una tabella della nostra pubblicazione a stabilire le corrispondenze tra le normalizzazioni BHL e quelle standard usate da sperimentali e teorici da quattro decenni a questa parte. Il lavoro dimostra che il modello di Langevin usato per l'effetto Josephson mantiene la sua validità a bassissime temperature e dissipazioni. A bassissime dissipazioni in realtà abbiamo presentato un modello ulteriore che dimostra ottimo accordo con risultati numerici; tuttavia simulazioni in corso dimostrano che il modello BHL potrebbe anche descrivere la dinamica per dissipazioni estremamente basse variando opportuni parametri fisici nell'integrazione numerica, in particolare quando la sweep rate, o velocità di rampa del termine che forza fuori dalla buca di potenziale diventa, in unità normalizzate, dell'ordine del termine dissipativo.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**D'ANGELO
ANNALISA**

AUTORI:

**M. KHACHATRYAN, A.
D'ANGELO, CLAS
COLLABORATION, $e4\nu$
COLLABORATION**

RIVISTA (DOI):

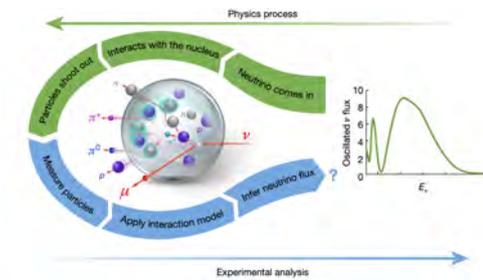
NATURE

[10.1038/
S41586-021-04046-5](https://doi.org/10.1038/S41586-021-04046-5)

AMBITO DI RICERCA:

FISICA NUCLEARE

ELECTRON-BEAM ENERGY RECONSTRUCTION FOR NEUTRINO OSCILLATION MEASUREMENTS



Esistono tre tipi di neutrino, detti anche “sapori”: i neutrini elettronici, muonici e tau. I neutrini oscillano tra un sapore ed un altro quando si propagano nello spazio. Questo fenomeno non può essere spiegato dal modello standard della

fisica delle particelle e quindi il suo studio sperimentale ci può fornire nuove informazioni sulla natura del nostro Universo. L'oscillazione dei neutrini è una funzione della loro distanza di propagazione (L) divisa per la loro energia (E). Pertanto, gli esperimenti determinano i parametri dell'oscillazione dalla misura della loro distribuzione in energia in posizioni diverse. Gli esperimenti che utilizzano gli acceleratori per misurare le oscillazioni di neutrini non possono misurare direttamente il valore della loro energia E , così l'interpretazione dei risultati dipende fortemente dai modelli utilizzati per descrivere le interazioni tra nuclei e neutrini per dedurre il valore di E . Nell'articolo si utilizzano le similitudini tra le interazioni elettrone-nucleo e neutrino-nucleo insieme ai dati di diffusione di elettroni ad energie note per verificare la tecnica di ricostruzione dell'energia ed i modelli di interazione. Si è capito che anche nelle interazioni più semplici, in cui non vengono rivelati pioni, l'energia incidente viene ricostruita correttamente solo per una piccola frazione degli eventi. Cosa ancora più importante, i modelli più comunemente utilizzati per descrivere le interazioni riescono a riprodurre la distribuzione in energia solo qualitativamente e la qualità del risultato varia fortemente con l'energia del fascio. Il risultato mostra sia la necessità che la strada per migliorare gli attuali modelli per poter interpretare correttamente la prossima generazione di esperimenti ad alta precisione come Hyper-Kamiokande in Giappone e DUNE negli USA.

Figura: Oscillazioni di neutrino e misure dello spettro energetico - La ricostruzione dello spettro in energia dei neutrini dipende dai modelli utilizzati per l'interazione dei neutrini con i nuclei e dalla propagazione delle particelle all'interno dei nuclei. Il flusso mostra il processo che parte dallo spettro delle oscillazioni dei neutrini incidenti lontano dal rivelatore (in verde) distinguendo le interazioni fisiche dei neutrini (frecche verdi) dalla analisi dei dati sperimentali (frecche blu) arrivando all'estrazione di uno spettro di energie incidenti da confrontarsi con quello iniziale, per stabilire l'attendibilità della procedura.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**D'ANTONIO
SABRINA**

AUTORI:

S. D'ANTONIO, LIGO
SCIENTIFIC
COLLABORATION,
VIRGO
COLLABORATION

RIVISTA (DOI):

THE ASTROPHYSICAL
JOURNAL

[10.3847/1538-4357/
AC23DB](https://doi.org/10.3847/1538-4357/AC23DB)

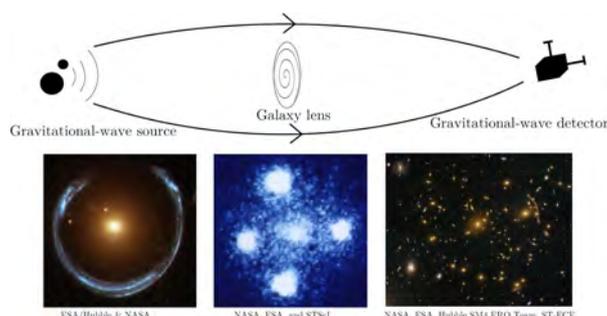
AMBITO DI RICERCA:

ONDE
GRAVITAZIONALI,
EFFETTOLENTE
GRAVITAZIONALE



Dipartimento di Fisica

SEARCH FOR LENSING SIGNATURES IN THE GRAVITATIONAL-WAVE OBSERVATIONS FROM THE FIRST HALF OF LIGO-VIRGO'S THIRD OBSERVING RUN



Quando la luce passa accanto ad oggetti astrofisici massicci il suo cammino si curva a causa della distorsione dello spazio-tempo dovuta alla gravità. L'oggetto si comporta cioè come una

lente gravitazionale. Questo effetto può ingrandire oggetti distanti, può replicare più volte la loro immagine o deformarla. Le lenti gravitazionali sono ampiamente usate in astronomia, astrofisica e cosmologia per ricostruire la distribuzione di massa nell'universo o nello studio dei pianeti extra-solari, per scoprire oggetti massicci e strutture nel cosmo altrimenti non osservabili. In modo analogo alle onde elettromagnetiche anche le onde gravitazionali possono essere deformate dalla presenza di oggetti massicci. Ad esempio il segnale gravitazionale potrebbe risultare amplificato facendo apparire la sorgente che lo ha generato più vicina o con una massa più grande di quella reale. Oppure si potrebbero registrare segnali gravitazionali quasi identici ma separati nel tempo. In questo lavoro si spiega in che modo si può rivelare l'effetto di lente gravitazionale su un segnale gravitazionale, cosa potremmo imparare nel rivelare tale segnale e cosa è stato trovato analizzando i dati LIGO-Virgo del periodo osservativo *O3A*.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**DE CRESCENZI
MAURIZIO**

AUTORI:

Z. B. JABRA, I.
BERBEZIER, A. MICHON,
P. CASTRUCCI, M. DE
CRESCENZI, ET ALL.

RIVISTA (DOI):

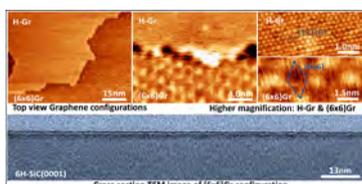
ACS APPL.
NANO MATER

[10.1021/
ACSANM.7C00082](https://doi.org/10.1021/ACSANM.7C00082)

AMBITO DI RICERCA:

FISICA DEI MATERIALI,
STRUTTURA DELLA
MATERIA,
NANOTECNOLOGIE

HYDROGEN-MEDIATED CVD EPITAXY OF GRAPHENE ON *SiC*: IMPLICATIONS FOR MICROELECTRONIC APPLICATIONS



Nonostante l'ampio corpus di letteratura che riporta sulla crescita del grafene (*Gr*) su $6H-SiC(0001)$ mediante deposizione chimica da fase vapore (CVD), alcune questioni importanti non sono ancora state risolte, e l'epitassia di *Gr* su vasta scala rimane impegnativa oltre che ostacolare le applicazioni in microelettronica. Con questo studio cerchiamo di far luce sul meccanismo di base che produce la coesistenza di due diversi tipi di domini di *Gr*: *Gr* su idrogeno (*H-Gr*) e *Gr* su strato tampone ($(6 \times 6) Gr$), la cui proporzione può essere attentamente controllata regolando la dose di H_2 presente nel reattore di preparazione. Mostriamo per la prima volta che la crescita di *Gr* da CVD sotto un rapporto di H_2/Ar procede in due fasi. In primo luogo, la nucleazione del free standing *Gr* epitassiale su idrogeno (*H-Gr*); poi, gli atomi *H* riescono a desorbire dai bordi dei gradini o dai difetti. Questo dà origine alla formazione di Grafene organizzato in domini ricostruiti (6×6) . Il fronte di desorbimento *H* progredisce proporzionalmente alla riduzione di H_2 . Utilizzando l'analisi della spettroscopia fotoelettronica a raggi X (XPS), quantifichiamo le proporzioni dei domini *H-Gr* e $(6 \times 6) Gr$ di un film *Gr* sintetizzato nel nostro esperimento. Microscopia a scansione tunnel (STM), ed High Resolution TEM (riportate in Figura) supportano le misurazioni XPS. Da questi risultati, possiamo dedurre che la crescita CVD assistita da *H* risulta un efficace metodo per sintetizzare *H-Gr* in contrasto con il metodo costituito dall'intercalazione dell'*H* al di sotto di $(6 \times 6) Gr$ strato epitassiale. Questi risultati sono interessanti per le possibili future applicazioni di *Gr/SiC(0001)* nella nano e microelettronica e in particolare, per i transistor ad effetto di campo, per i quali è necessaria la massimizzazione della mobilità dei portatori. Questo lavoro fornisce anche le basi per l'uso di *Gr* come strato tampone ottimale per l'omo- ed eteroepitassia di van der Waals per applicazioni optoelettroniche.

Figura - I tre pannelli in alto mostrano misure di Scanning Tunneling Microscopy (STM) ottenute su Grafene depositato per CVD su $4H-SiC(0001)$ in presenza di H_2 presente nel reattore sperimentale al momento della sintesi per dimostrare i due diversi modi di crescita: zona chiara *H-Gr*, zona che presenta una ricostruzione (6×6) con strato di buffer di carbonio sottostante. La figura in basso mostra un'immagine di High Resolution Transmission Electron Microscopy (HRTEM) che mostra la continuità a del monostrato atomico ottenuto.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**DE SANCTIS
UMBERTO**

AUTORI:

U. DE SANCTIS, ATLAS
COLLABORATION

RIVISTA (DOI):

EUR. PHYS. J. C

[10.1140/EPJC/
S10052-021-09011-0](https://doi.org/10.1140/EPJC/S10052-021-09011-0)

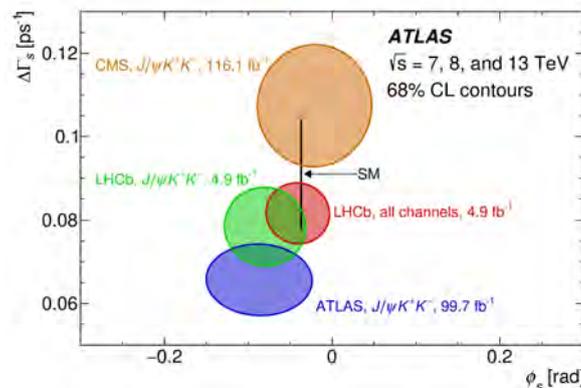
AMBITO DI RICERCA:

FISICA DELLE
PARTICELLE
ELEMENTARI



Dipartimento di Fisica

MEASUREMENT OF THE CP-VIOLATING PHASE ϕ_s IN $B_s^0 \rightarrow J/\Psi\Phi$ DECAYS IN ATLAS AT 13 TeV



La violazione della simmetria CP, ovvero la simmetria combinata tra parità e coniugazione di carica, è uno dei fenomeni previsti dal Modello Standard (MS) della fisica delle particelle. Questa simmetria prevede che le equazioni fondamentali che

descrivono il mondo subatomico siano le stesse se si effettua un'inversione delle coordinate spaziali e si trasformino particella in antiparticella. Nel 1964 fu sperimentalmente dimostrato che questa simmetria non è valida per le interazioni deboli nel MS che è strettamente legata all'asimmetria tra materia e antimateria presente nell'Universo. Uno dei canali in cui è possibile evidenziare la violazione di CP è il decadimento dei mesoni B_s^0 e \bar{B}_s^0 nei mesoni J/Ψ e Φ . Questo stato finale è particolare poiché la violazione di CP si manifesta sia attraverso l'interferenza tra l'ampiezza dei decadimenti di B_s^0 e \bar{B}_s^0 nello stato finale che attraverso un effetto indotto dall'oscillazione del sistema B_s^0 - \bar{B}_s^0 . Attraverso la ricostruzione dei decadimenti $J/\Psi \rightarrow \mu^+\mu^-$ e $\Phi \rightarrow K^+K^-$ è possibile ricostruire completamente la cinematica dei mesoni B_s^0 e \bar{B}_s^0 . Dallo studio della loro massa invariante, della loro vita media e delle distribuzioni angolari che caratterizzano il decadimento, è possibile estrarre i parametri fondamentali che lo descrivono, tra cui la fase debole ϕ_s che misura la violazione di CP e la differenza di vita media tra gli stati "heavy" and "light" che caratterizzano l'oscillazione del sistema B_s^0 - \bar{B}_s^0 . In Fig.1 è possibile vedere il risultato finale ottenuto analizzando $99.7 fb^{-1}$ di dati raccolti dall'esperimento ATLAS ad LHC (ellisse blu) in confronto con gli altri esperimenti e le previsioni del MS (barra nera).

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**DEL MORO
DARIO**

AUTORI:

M. STANGALINI, R.
ERDÉLYI, C. BOOCOCK,
D. DEL MORO, F.
BERRILLI, ET ALL.

RIVISTA (DOI):

NATURE
ASTRONOMY

[10.1038/
S41550-021-01354-8](https://doi.org/10.1038/S41550-021-01354-8)

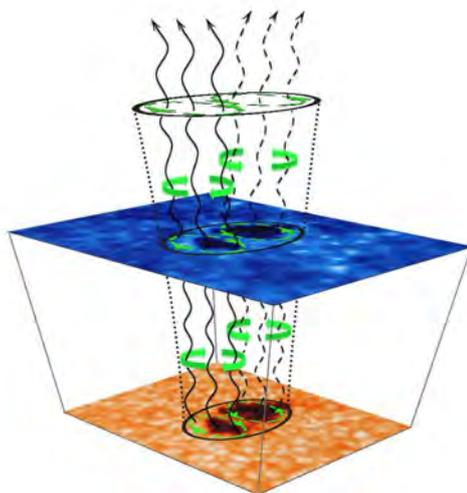
AMBITO DI RICERCA:

FISICA SOLARE



Dipartimento di Fisica

TORSIONAL OSCILLATIONS WITHIN A MAGNETIC PORE IN THE SOLAR PHOTOSPHERE



Nel 1942, Hannes Alfvén predisse l'esistenza di un tipo di onda magneto-idrodinamica (MHD) per la quale la forza di richiamo fosse fornita dalla tensione delle linee del campo magnetico. Le onde di Alfvén rappresentano la classe più sfuggente e fisicamente intrigante delle onde MHD e sono ritenute svolgere un ruolo chiave nel riscaldamento e dissipazione di energia sia all'interno del laboratorio che plasmi spaziali tra

cui la corona solare, il mezzo intergalattico e reattori a fusione. Nonostante le numerose prove di laboratorio, e alcune misure negli strati più esterni dell'atmosfera solare, le onde di Alfvén non mai state osservate direttamente nella bassa atmosfera solare, dove dovrebbero manifestarsi come perturbazioni torsionali incompressibili di un tubo di flusso magnetico. In questo lavoro, riportiamo il rilevamento per la prima volta di tali oscillazioni torsionali incompressibili in antifase osservate in una struttura magnetica nella fotosfera mediante lo strumento spettro-polarimetrico IBIS.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**DI SCIASCIO
GIUSEPPE**

AUTORI:

B. ABI, G. DI SCIASCIO,
S. MIOZZI, M. SORBARA,
MUON $g - 2$
COLLABORATION

RIVISTA (DOI):

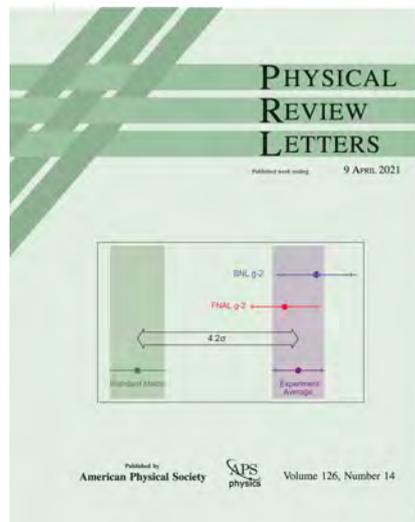
PHYSICAL REVIEW
LETTERS

[10.1103/
PHYSREVLETT.126.141801](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.126.141801)

AMBITO DI RICERCA:

FISICA DELLE
PARTICELLE

MEASUREMENT OF THE POSITIVE MUON ANOMALOUS MAGNETIC MOMENT TO $0.46 ppm$



Le particelle elementari cariche e dotate di un momento angolare intrinseco, chiamato spin, possiedono anche un momento magnetico, ovvero producono un campo magnetico del tutto analogo a quello dell'ago di una bussola. Il Modello Standard prevede che per ogni particella il valore del momento magnetico sia proporzionale al suo spin tramite un fattore numerico calcolabile e che il suo valore sia leggermente diverso da 2. Tale fattore è usualmente indicato con la lettera g e l'entità dell'anomalia, ovvero la differenza fra il valore reale e 2, è indicata con $g - 2$. Questa anomalia viene attribuita alle fluttuazioni quantistiche previste dalla teoria di campo. Tutte le tre forze, elettromagnetica, debole e forte, contribuiscono a determinare il comportamento magnetico anomalo del muone. Una discrepanza di $g - 2$ con il valore previsto dal Modello Standard può essere indizio dell'esistenza di particelle finora sconosciute che influenzano il comportamento magnetico dei muoni. Una misura precisa di $g - 2$ è l'obiettivo dell'esperimento Muon $g - 2$ ed è il contenuto di questo articolo. Il risultato della misura mostra una discrepanza con le previsioni del Modello Standard al livello di 4.2 deviazioni standard. L'interpretazione dell'esperimento dipende naturalmente dal calcolo teorico del valore di $g - 2$ previsto dal Modello Standard. Nel giugno del 2020 una collaborazione di più di 100 fisici teorici ha certificato il valore atteso di $g - 2$ con una precisione di 400 parti per miliardo. Tuttavia, altri calcoli basati sulla tecnica del lattice QCD sembrerebbero ridurre questa discrepanza. Nei prossimi anni avremo sia il risultato sperimentale finale che quello teorico per poter valutare l'eventuale presenza di fisica oltre il Modello Standard.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**FAFONE
VIVIANA**

AUTORI:

R. ABBOTT, V. FAFONE,
LIGO SCIENTIFIC
COLLABORATION,
VIRGO
COLLABORATION,
KAGRA
COLLABORATION

RIVISTA (DOI):

ASTROPHYSICAL
JOURNAL LETTERS

[10.3847/2041-8213/
AC082E](https://doi.org/10.3847/2041-8213/AC082E)

AMBITO DI RICERCA:

**ONDE
GRAVITAZIONALI**



Dipartimento di Fisica

OBSERVATION OF GRAVITATIONAL WAVES FROM TWO NEUTRON STAR-BLACK HOLE COALESCENCES



Il 29 giugno 2021 le collaborazioni scientifiche Virgo, LIGO e KAGRA hanno annunciato le prime osservazioni di sistemi binari composti da una stella di neutroni e un buco nero. Questo è stato reso possibile dalle osservazioni nel gennaio 2020 di segnali di onde gravitazionali (denominati

GW200105 e *GW200115* dalle date in cui sono stati osservati) emessi da due diversi sistemi in cui un buco nero e una stella di neutroni che ruotavano uno attorno all'altra si sono fusi formando così un unico oggetto compatto. L'esistenza di questi sistemi è stata prevista dagli astronomi diverse decine d'anni fa ma essi non erano mai stati osservati con sicurezza prima d'ora, né con segnali elettromagnetici né gravitazionali. I segnali gravitazionali rivelati in gennaio portano informazioni preziose sulle proprietà fisiche dei sistemi, come le masse e le distanze delle due coppie di oggetti compatti, così come sui meccanismi fisici che le hanno generate e portate alla fusione. L'analisi dei dati ha mostrato che il buco nero e la stella di neutroni che hanno dato origine a *GW200105* erano rispettivamente circa 8.9 e 1.9 volte più massicci del nostro Sole e che si sono fusi circa 900 milioni di anni fa. Nel caso di *GW200115*, i due oggetti compatti avevano masse approssimativamente 5.7 (il buco nero) e 1.5 (la stella di neutroni) volte maggiori della massa del Sole e si sono fusi circa 1 miliardo di anni fa. Questo risultato, che si aggiunge alle dozzine di altre scoperte fatte finora da Virgo e LIGO, consente per la prima volta di osservare in dettaglio alcuni dei fenomeni più violenti e rari nel nostro Universo e di disegnare un'immagine ineguagliabile delle regioni affollate e caotiche che costituiscono uno dei possibili ambienti in cui tali eventi possono essersi sviluppati. Inoltre, le informazioni dettagliate che stiamo raccogliendo sulla fisica dei buchi neri e delle stelle di neutroni ci offrono la possibilità di mettere alla prova le leggi fondamentali della fisica in condizioni estreme, che non saremo mai in grado di riprodurre sulla Terra.

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

FANTINI
ALESSIA

DI SALVO
RACHELE

AUTORI:

T. C. JUDE, S. ALEF,
P. BAUER, R. DI SALVO,
A. FANTINI, ET ALL.

RIVISTA (DOI):

PHYSICS LETTER B

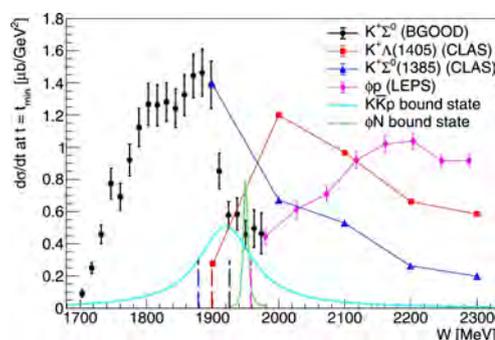
[10.1016/
J.PHYSLETB.2021.136559](https://doi.org/10.1016/j.physletb.2021.136559)

AMBITO DI RICERCA:

FISICA
ADRONICA



OBSERVATION OF A CUSP-LIKE STRUCTURE IN THE $\gamma p \rightarrow K^+ \Sigma^0$ CROSS SECTION AT FORWARD



Le recenti scoperte di stati adronici "esotici" a multi-quark oltre i modelli convenzionali di due o tre quark costituenti hanno messo in discussione la comprensione dei gradi di libertà effettivi previsti dalla QCD. Alcuni di questi stati vengono interpretati come sistemi molecolari adronici, come ad esempio la

risonanza $\Lambda(1405)$ che si può considerare come un sistema debolmente legato $\bar{K}N$. Stati simili sono stati ipotizzati per interpretare i risultati anche in altri canali di fotoproduzione di mesoni con stranezza come $K^0 \Sigma^+$. Nell'articolo viene presentata e discussa la sezione d'urto di fotoproduzione $\gamma p \rightarrow K^+ \Sigma^0$, misurata presso l'esperimento BGOOD (ELSA, Bonn), per angoli del mesone nel centro di massa in avanti ($\cos \theta_{CM}^{K^+} > 0.9$) ed energie nel centro di massa W dalla soglia a 1900 MeV . La formazione di sistemi molecolari debolmente legati avviene solo per valori minimi di momento trasferito al barione di rinculo, situazione che si verifica, in esperimenti a bersaglio fisso, quando il mesone viene emesso ad angoli in avanti. L'apparato sperimentale BGOOD è ideale per tale misura, in quanto è costituito da uno spettrometro magnetico in avanti e da un rivelatore centrale contenente un calorimetro di BGO e consente quindi di rivelare il mesone K^+ per $\cos \theta_{CM}^{K^+} = 0.9 \div 1$. La misura riportata in questo articolo è la prima ad avere simultaneamente elevata precisione statistica, accettazione del mesone in avanti e ottima risoluzione energetica ed angolare, requisiti che hanno consentito di evidenziare una struttura a cuspidi nella sezione d'urto ad angoli molto in avanti per $W = 1900 \text{ MeV}$. Questa struttura a cuspidi appare essere compatibile con la produzione di un sistema legato mesone-barione

PUBBLICAZIONI:
UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

FILABOZZI
ALESSANDRA

AUTORI:

F. RIPANTI, A. DI
VENERE, M. CESTELLI
GUIDI, M. ROMANI, A.
FILABOZZI, ET ALL.

RIVISTA (DOI):

INT. J. MOL. SCI.

10.3390/IJMS22031334

AMBITO DI RICERCA:

FISICA
BIOLOGICA

THE PUZZLING PROBLEM OF CARDIOLIPIN MEMBRANE-CYTOCHROME *c*. INTERACTIONS: A COMBINED INFRARED AND FLUORESCENCE STUDY



The Puzzling Problem of Cardiolipin Membrane-Cytochrome *c* Interactions: A Combined Infrared and Fluorescence Study

Francoesa Ripanti^{1,†}, Alessandra Di Venere^{2,†}, Mariangela Cestelli Guidi^{3,†}, Martina Romani^{4,5,†},
Alessandra Filabozzi¹, Marina Carbonara⁶, Maria Cristina Fico⁷, Federica Sinibaldi⁷, Alessandro Nucera^{1,6}
and Clempio Mei¹

¹ Department of Physics, Sapienza University of Rome, Pia A. Moro 5, 00185 Rome, Italy; francesca.ripanti@uniroma2.it
² Department of Experimental Medicine, The Vatican University of Rome, Via Marconi 1, 00133 Rome, Italy; alessandra.avenere@uniroma2.it (A.V.); mariangela.cestelli@uniroma2.it (M.C.G.); alessandro.nucera@uniroma2.it (A.N.)
³ INFN Laboratori Nazionali di Frascati, Via Enrico Fermi 60, 00044 Frascati, Italy; mariangela.cestelli@lnf.infn.it (M.C.G.); martina.romani@lnf.infn.it (M.R.)
⁴ Department of Physics, The Vatican University of Rome, Via della Ricerca Scientifica 1, 00133 Rome, Italy; alessandra.filabozzi@uniroma2.it
⁵ Council for Agricultural Research and Economics (CREA), Research Center for Food and Nutrition, Via Salaria Km. 29/100, 00198 Rome, Italy; marina.carbonara@crea.gov.it
⁶ Correspondence: alexander.nucera@uniroma2.it
⁷ These authors contributed equally to this work.

Abstract: The interaction of cytochrome *c* (cyt *c*) with natural and synthetic membranes is known to be a complex phenomenon, involving both protein and lipid conformational changes. In this paper, we combined infrared and fluorescence spectroscopy to study the structural transformation occurring in the lipid network of cardiolipin-containing large unilamellar vesicles (LUVs). The data, collected at increasing protein:lipid ratios, demonstrate the existence of a multi-phase process, which is characterized by: (i) the interaction of cyt *c* with the lipid polar heads; (ii) the lipid exchange of the protein on the membrane surface; and (iii) a long-distance order/disorder transition of the cardiolipin tails. Such effects have been quantitatively interpreted introducing specific order parameters and discussed in the frame of the models on cyt *c* activity reported in literature.

Keywords: protein-membrane binding; membrane disorder; cytochrome *c*; cardiolipin

Academic Editor: Mohamed Choukri
Received: 11 January 2021
Accepted: 26 January 2021
Published: 29 January 2021

Patricia's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Copyright: © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Int. J. Mol. Sci. 2021, 22, 1334. <https://doi.org/10.3390/ijms22031334> <https://www.mdpi.com/journal/ijms>

Le interazioni delle membrane cellulari con proteine periferiche solubili danno luogo a fenomeni che inducono cambiamenti rilevanti in entrambe le strutture molecolari. Tali sistemi eterogenei sono caratterizzati da un elevato grado di complessità, dovuto a proprietà contrastanti delle due parti: i residui periferici che giacciono sul guscio esterno di tali proteine sono polari e idrofilici, mentre l'ambiente interno alla membrana è altamente idrofobico. Il citocromo *c* (cyt *c*) rappresenta una delle proteine periferiche più studiate negli ultimi quattro decenni e la sua interazione con membrane naturali e sintetiche è un fenomeno complesso, che coinvolge cambiamenti conformazionali sia proteici che lipidici. In questo lavoro abbiamo combinato la spettroscopia a infrarossi e a fluorescenza per studiare le trasformazioni strutturali che si verificano nella rete lipidica delle grandi vescicole unilamellari (LUV) contenenti cardiolipina (CL). I dati, all'aumento del rapporto proteine/lipidi, mostrano un insieme eterogeneo di fenomeni, che nasce dalle reciproche trasformazioni strutturali che si verificano sulla superficie esterna del liposoma quando la proteina contatta e nasconde le teste polari della CL dalle molecole di solvente. Il progressivo allentamento della struttura lipidica può essere visto in termini di transizione di ordine/disordine a lunga distanza delle catene aciliche della CL, con parametri che possono descrivere quantitativamente le diverse fasi del processo. Si è quindi dimostrato che per comprendere lo sconcertante comportamento in vivo del cyt *c*, nonostante i progressi fatti utilizzando vescicole-modello, è necessario considerare la peculiare forma della membrana interna dei mitocondri. Quindi non solo la composizione, ma anche la geometria e le dimensioni del doppio strato della membrana sono fondamentali.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**FREZZOTTI
ROBERTO**

AUTORI:

C. ALEXANDROU,
S. BACCHIO, G.
BERGNER, P.
DIMOPOULOS, R.
FREZZOTTI, ET ALL.

RIVISTA (DOI):

PHYSICAL REVIEW D

[10.1103/
PHYSREVD.104.074520](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.104.074520)

AMBITO DI RICERCA:

FENOMENOLOGIA
DELLE PARTICELLE
ELEMENTARI, QCD
SUL RETICOLO,
RICERCHE INDIRETTE
DI NUOVA FISICA



Dipartimento di Fisica

RATIO OF KAON AND PION LEPTONIC DECAY CONSTANTS WITH $N_f = 2 + 1 + 1$ WILSON-CLOVER TWISTED-MASS FERMIONS

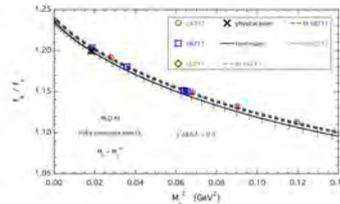


FIG. 8. Values of the ratio f_K/f_π corrected for FVEs according to Eq. (76) (open markers) compared to the results of the NLO fit corresponding to $R_2 = D_2 = 0$ in Eq. (77) applied to all pion masses ($M_\pi \leq 350$ MeV). The solid line represents the results of the fit in the continuum limit, while the dashed lines correspond to the fit evaluated at each value of β . The cross represents the result at the physical pion point (4).

Molte evidenze sperimentali legate a vari aspetti dell'astrofisica (dark matter, bariogenesi) e della fisica dei neutrini postulano l'esistenza di nuova fisica oltre quella descritta dal Modello Standard (MS), presumibilmente a scale di energia ben inferiori a quella ($10^{19} GeV$) in cui gli effetti di gravità quantistica (la cui teoria è ancora da definire) divengono rilevanti. Una importante linea di ricerca in tal senso mira ad evidenziare deviazioni tra i dati sperimentali e le predizioni del MS, per cui le incertezze più grandi vengono dalla descrizione teorica delle proprietà degli adroni, stati legati di quark, antiquark e gluoni che si formano a causa del carattere confinante (su scale di distanza dell'ordine di $10^{-13} cm$) delle interazioni nucleari forti. I metodi teorici e numerici delle teorie di campo su reticolo sono ormai lo strumento principe per ridurre tali incertezze ed evidenziare effetti di nuova fisica. Ad esempio, il calcolo su reticolo (in QCD + QED) delle costanti di decadimento leptonic del kaone e del pione, nonché di un fattore di forma del decadimento semileptonico del kaone, permette di determinare entro il MS il rapporto $|V_{us}/V_{ud}|$, nonché $|V_{us}|$ e $|V_{ud}|$ (i.e. alcuni elementi della matrice V di Cabibbo-Kobayashi-Maskawa per il mescolamento dei quark sotto interazioni deboli), in termini di input fisici di bassa energia. Oltre al confronto con altre determinazioni degli elementi di V , ciò permette di studiare l'eventuale deviazione da 1 (un segnale di fisica oltre il MS) di $|V_{us}|^2 + |V_{ud}|^2 + |V_{ub}|^2$, per cui si trova ora 0.9986 con deviazione standard 0.0005. Il risultato emerge dall'analisi di una serie di simulazioni Monte Carlo condotte su supercomputer paralleli in un'ampia collaborazione (ETMC).

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**GOLETTI
CLAUDIO**

AUTORI:

**M. PALUMMO,
L. RAIMONDO, C.
HOGAN, C. GOLETTI, S.
TRABATTONI, ET ALL.**

RIVISTA (DOI):

**THE JOURNAL OF
PHYSICAL CHEMISTRY
LETTERS**

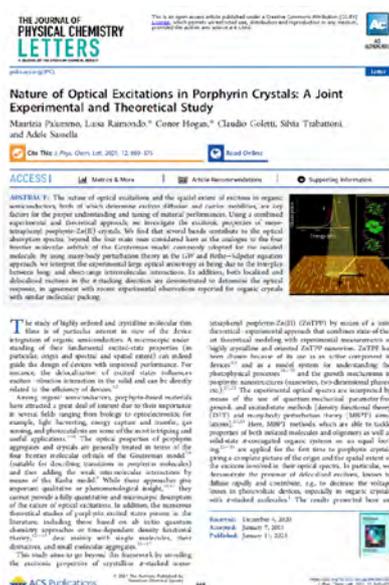
[10.1021/
ACS.JPCLETT.0C03581](https://doi.org/10.1021/ACS.JPCLETT.0C03581)

AMBITO DI RICERCA:

**FISICA SPERIMENTALE
DELLA MATERIA
E FISICA TEORICA
DELLA MATERIA**

Dipartimento di Fisica

NATURE OF OPTICAL EXCITATIONS IN PORPHYRIN CRYSTALS: A JOINT EXPERIMENTAL AND THEORETICAL STUDY



L'affascinante mondo delle porfirine (composti organici di grande importanza in natura e in ambito industriale e medico) offre opportunità quasi illimitate di sfruttare la ricchezza delle loro proprietà per applicazioni nanotecnologiche, progettando sistemi molecolari con una opportuna decorazione della singola molecola con gruppi periferici, ed unendo le molecole in architetture complesse (chimica sopramolecolare). L'aggregazione ordinata di porfirine può essere ottenuta, con un altissimo controllo, mediante epitassia organica, ovvero la deposizione in condizioni di ultra alto vuoto-di molecole su substrati scelti appropriatamente per guidare la struttura cristallina e l'orientazione dello strato organico. L'utilizzo in dispositivi optoelettronici richiede la conoscenza della natura delle transizioni ottiche dello strato organico, e della loro estensione spaziale, fattori decisivi per definire la diffusione e la mobilità delle cariche prodotte, e per comprendere le prestazioni del materiale in una possibile applicazione. Unendo lo studio teorico agli esperimenti con luce polarizzata, abbiamo investigato i cristalli di una particolare porfirina, concludendo che allo spettro di assorbimento ottico del cristallo organico contribuiscono le transizioni tra numerose bande elettroniche, ben oltre quelle che normalmente vengono considerate sul modello semplificato della molecola isolata. La notevole anisotropia ottica sperimentalmente misurata è interpretata come una combinazione tra interazioni intermolecolari a lungo e corto raggio di azione. È anche dimostrato il carattere eccitonico spazialmente localizzato o delocalizzato della risposta ottica, rilevante per comprendere le proprietà dei sistemi organici con una simile disposizione di impacchettamento molecolare.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**LUCCI
MASSIMILIANO**

AUTORI:

M. LUCCI, D. CASSI, V.
MERLO, R. RUSSO, G.
SALINA, ET ALL.

RIVISTA (DOI):

ENTROPY

[10.3390/E23070811](https://doi.org/10.3390/E23070811)

AMBITO DI RICERCA:

FISICA DI BASE,
SUPERCONDUTTIVITÀ,
CONDENSAZIONE
BOSE-EINSTEIN

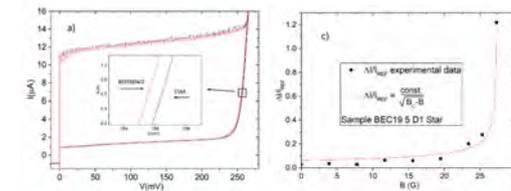
JOSEPHSON CURRENTS AND GAP ENHANCEMENT IN GRAPH ARRAYS OF SUPERCONDUCTIVE ISLANDS



Article

Josephson Currents and Gap Enhancement in Graph Arrays of Superconductive Islands

Massimiliano Lucci ^{1,2}, Davide Cassi ³, Vittorio Merlo ^{1,2}, Roberto Russo ⁴, Gaetano Salina ² and Matteo Cirillo ^{1,2,*}



Citation: Lucci, M.; Cassi, D.; Merlo, V.; Russo, R.; Salina, G.; Cirillo, M. Josephson Currents and Gap Enhancement in Graph Arrays of Superconductive Islands. *Entropy* **2021**, *23*, 811. <https://doi.org/10.3390/e23070811>

different islands occurs because their thermal energy is of the same order of the Josephson coupling energy between the islands. Both for star and double comb graph topologies the results are in qualitative and quantitative agreement with theoretical predictions.

Keywords: phase transitions; superconductivity; superconductive tunnelling; arrays of Josephson junctions

In questo lavoro vengono mostrati gli effetti topologici in array di isole superconduttrici e in particolare come questi possono condizionare il gap di energia di un superconduttore e la temperatura di transizione. I portatori che danno origine alla nuova fase sono coppie di elettroni (coppie di Cooper) che, nello stato superconduttore, si comportano come previsto per i bosoni nelle nostre strutture. I risultati presentati sono stati ottenuti sia su array a forma di stella che su uno a forma di doppio pettine dove l'accoppiamento tra le isole è fornito da giunzioni Josephson il cui potenziale può essere regolato dal campo magnetico esterno o dalla temperatura. La nostra tecnica peculiare per sondare la distribuzione sulle isole è tale che il salto di bosoni tra le diverse isole si verifica perché la loro energia termica è dello stesso ordine dell'energia di accoppiamento Josephson tra le isole. Sia per le topologie di grafici a stella che a doppio pettine i risultati sono in accordo qualitativo e quantitativo con le previsioni teoriche.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**MAZZOTTA
PASQUALE**

AUTORI:

A. JIMENEZ-GALLARDO,
F. MASSARO,
B. BALMAVERDE,
A. PAGGI,
P. MAZZOTTA, ET ALL.

RIVISTA (DOI):

THE ASTROPHYSICAL
JOURNAL LETTERS

[10.3847/2041-8213/
ABF6DB](https://doi.org/10.3847/2041-8213/ABF6DB)

AMBITO DI RICERCA:

FISICA DI BASE,
SUPERCONDUTTIVITÀ,
CONDENSAZIONE
BOSE-EINSTEIN



Dipartimento di Fisica

RAINING IN *MKW3c*: A CHANDRA-MUSE ANALYSIS OF X-RAY COLD FILAMENTS AROUND *3CR 318.1*

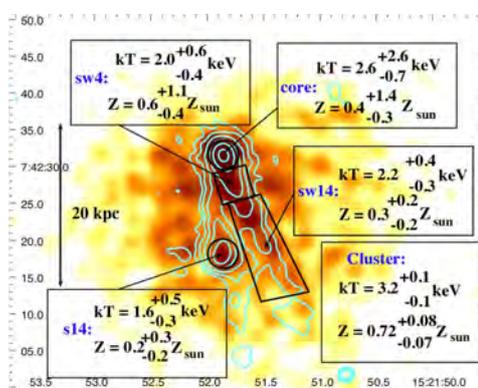


Immagine in banda X dell'Ammasso di Galassie *MKW3c* osservato con il telescopio spaziale della Nasa Chandra. Gli isocentri azzurri rappresentano l'osservazione in banda ottica alla lunghezza d'onda di 4658Å che corrisponde alla riga di emissione dell'Azoto II. Nei riquadri vengono riportati i valori della temperatura e della metallicità del gas intrammasso.

Un ammasso di galassie è una struttura cosmica composta da centinaia fino a migliaia di galassie tenute insieme dalla gravità. Lo spazio tra le galassie è riempito da una notevole quantità di gas molto caldo e poco denso che emette in banda X grazie alla bremsstrahlung termica. Se presente, il gas più freddo può essere osservato a lunghezze d'onda più grandi grazie ad

altri processi radiativi, inclusa l'emissione di riga in banda ottica. In questo lavoro abbiamo analizzato le immagini a raggi X e quelle in banda ottica di alcuni filamenti di gas osservati nella radiosorgente *3CR 318.1* associata alla galassia *NGC 5920* che è la galassia più brillante dell'ammasso di galassie *MKW3s*. Questa è la prima analisi mai fatta sia a raggi X che in banda ottica dei filamenti di un ammasso di galassie usando lo strumento MUSE montato sul Very Large Telescope (VLT) dello European Southern Observatory (ESO). Nello specifico abbiamo confrontato la distribuzione della fase gassosa più fredda, identificata grazie alle osservazioni ottiche di VLT/MUSE, con la relativa distribuzione della fase gassosa più calda, visibile a raggi X ed osservata dal telescopio spaziale della NASA Chandra. La nostra analisi mostra una chiara correlazione spaziale tra i raggi X e la morfologia ottica di questi filamenti. Confrontandoci con altri risultati precedentemente ottenuti dallo studio delle galassie centrali brillanti, concludiamo che il più probabile processo di eccitazione responsabile dell'emissione di questi filamenti è prodotto da una combinazione di formazione stellare e shock termici, con un possibile contributo indotto dall'auto-ionizzazione del gas che si sta raffreddando. Si ipotizza, infine, che i filamenti osservati siano stati prodotti dai flussi di gas indotti dal buco nero presente al centro della galassia che defluisce in direzione di un getto visibile anche in banda radio.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**MERLO
VITTORIO**

AUTORI:

**P. BELLI, R. BERNABEI, F.
CAPPELLA, V.
CARACCILO, V.
MERLO, ET ALL.**

RIVISTA (DOI):

INSTRUMENTS

**10.3390/
INSTRUMENTS5020016**

AMBITO DI RICERCA:

**INVESTIGAZIONE
SULLA NATURA DELLE
PARTICELLE DI
MATERIA OSCURA
DELL'UNIVERSO CON
ESPERIMENTI IN
LABORATORI
SOTTERRANEI**

Dipartimento di Fisica

THE FUTURE ROLE OF INORGANIC CRYSTAL SCINTILLATORS IN DARK MATTER INVESTIGATIONS



The Future Role of Inorganic Crystal Scintillators in Dark Matter Investigations

Pierluigi Belli ^{1,2,3}, Rita Bernabei ^{1,2,3}, Fabio Cappella ^{1,4,5}, Vincenzo Caracciolo ^{1,2,3}, Riccardo Conelli ^{1,2,3}, Fedor Danavich ⁶, Antonella Incicchiti ^{1,4,5}, Dmitry Kaparevich ⁶, Vittorio Merlo ^{1,2,3}, Okana Politschuk ⁶ and Vladimir Tretyak ⁶ *

¹ INFN, Sezione di Roma Tor Vergata, 00133 Roma, Italy; pierluigi.belli@roma2.infn.it (P.B.); rita.bernabei@roma2.infn.it (R.B.); vincenzo.caracciolo@roma2.infn.it (V.C.); riccardo.conelli@roma2.infn.it (R.C.); vittorio.merlo@roma2.infn.it (V.M.)
² Dipartimento di Fisica, Università di Roma Tor Vergata, 00133 Roma, Italy
³ INFN, Sezione di Roma, 00145 Roma, Italy; antonella.incicchiti@roma2.infn.it
⁴ Dipartimento di Fisica, Università di Roma Tor Vergata, 00133 Roma, Italy
⁵ INFN, Laboratori Nazionali del Gran Sasso, 07100 Assergi, Italy
⁶ Institute for Nuclear Research of the Russian Academy of Sciences, 606080 Nizhny Novgorod, Russia; fedor.danavich@nrc.ru (F.D.); dmitry.kaparevich@nrc.ru (D.K.); okana.politschuk@nrc.ru (O.P.); vladimir.tretyak@nrc.ru (V.T.)
* Correspondence: rita.bernabei@roma2.infn.it

Abstract: Crystal scintillators and in particular inorganic scintillators play an important role in the investigation of Dark Matter (DM) and other rare processes. The investigation of a DM signature, as the annual modulation, or the directionality technique requires the use of highly radiopure detectors able to explore the very low energy region maintaining a high stability of the running conditions. In this paper, the cases of NaI(Tl), ZnWO₄ and SrI₂(Eu) crystal scintillators are described in the framework of our activities at the Gran Sasso National Laboratory of the INFN. Their role, the obtained results in DM investigation, as well as their potential and perspectives for the future are reviewed.

Keywords: dark matter detector; directional detection; underground experiments

1. Introduction

Astrophysical observations have revealed the presence of DM on all astrophysical scales and much experimental and theoretical evidence supports arguments that a large fraction of DM should be in the form of relic DM particles. Crystal scintillators and in particular inorganic scintillators play an important role in the investigation of DM and other rare processes. In particular, the investigation of a DM signature requires the use of highly radiopure detectors able to explore the very low energy region with a high stability of the running conditions. The paper will review the cases of the NaI(Tl), ZnWO₄ and SrI₂(Eu) crystal scintillators, developed and used in the framework of our activities at the Gran Sasso National Laboratory of the INFN.

The best qualities offered by inorganic scintillators are due to their physical characteristics (high Z materials i.e., high detection efficiency for gamma quanta, physical form, chemical and mechanical stability) and to their luminescent characteristics (emission wavelengths, high light yield, good linearity, suitable decay time, and good radiation hardness). In particular, the high radiopurity, high light yield, the possible choice of different target nuclei, the stability of performance and the reproducibility of the results make these detectors particularly suitable for the study of DM annual modulation (DM-AM) signature [1,2].

Ultra-low background (ULB) NaI(Tl) crystal scintillators have been used by the DAMA/Nal, DAMA/LIBRA-phase1 and DAMA/LIBRA-phase2 [3–7] experiments at the Gran Sasso National Laboratory of INFN (LNGS) for the direct search for DM. These

Instruments 2021, 5, 16. <https://doi.org/10.3390/instruments5020016>

<https://www.mdpi.com/journal/instruments>

Questo lavoro fa parte di una serie di contributi dedicati allo studio della materia oscura (Dark Matter, DM). Per meglio comprendere le caratteristiche della distribuzione di DM all'interno della nostra Galassia, sono stati formulati diversi modelli teorici in grado di fornire degli scenari appropriati. La possibilità di discriminare tra questi modelli deve essere basata sull'esistenza della opportuna strumentazione; in particolare, è molto importante avere a disposizione dei rivelatori di particelle ad elevato grado di radiopurezza ed eventualmente in grado di distinguere

con sufficiente accuratezza le caratteristiche direzionali del fenomeno. Una scelta naturale per questi rivelatori consiste nell'utilizzo di cristalli scintillatori inorganici. In questo lavoro vengono presentate le caratteristiche di tre cristalli, in particolare, $NaI(Tl)$, $ZnWO_4$ (con proprietà anisotrope) e $SrI_2(Eu)$. Per ciascuno di essi sono state esaminate le caratteristiche e i risultati ottenuti in una varietà di condizioni sperimentali. Per mezzo di un'accurata analisi dei dati sperimentali, è stato dimostrato l'alto grado di affidabilità di questa strumentazione nella ricerca di evidenze di DM model-independent e anche, in opportune condizioni, per lo studio della direzionalità delle particelle di DM. In particolare, gli esperimenti DAMA/Nal e DAMA/LIBRA ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso equipaggiati con rivelatori di $NaI(Tl)$ hanno raccolto dati per 22 cicli annuali ed hanno evidenziato la presenza di modulazione annuale che soddisfa tutti i requisiti attesi per un segnale di DM con elevata significatività statistica. Attualmente, è in fase avanzata un R&D denominato ADAMO che si propone di realizzare un esperimento per studiare la DM con l'approccio della direzionalità utilizzando scintillatori anisotropi di $ZnWO_4$. Infine, un R&D per la produzione di $SrI_2(Eu)$ con una elevata risposta in luce e basso fondo intrinseco è in fase di attuazione.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**MIGLIACCIO
MARINA**

AUTORI:

L. BONAVERA, M. M.
CUELI, J. GONZÁLEZ-
NUEVO, T. RONCONI,
M. MIGLIACCIO, ET ALL.

RIVISTA (DOI):

ASTRONOMY &
ASTROPHYSICS

[10.1051/0004-6361/202141521](https://doi.org/10.1051/0004-6361/202141521)

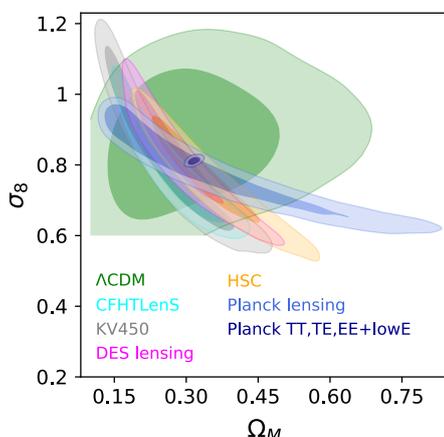
AMBITO DI RICERCA:

ASTROFISICA E
COSMOLOGIA



Dipartimento di Fisica

COSMOLOGY WITH THE SUBMILLIMETRE GALAXIES MAGNIFICATION BIAS. TOMOGRAPHIC ANALYSIS



Di recente l'effetto di lente gravitazionale si è affermato come uno degli strumenti più promettenti per svelare la natura della materia oscura nell'Universo e vincolare il modello cosmologico. Come previsto dalla Relatività Generale di Einstein, la luce di galassie lontane, propagandosi verso di noi, viene deflessa dal campo gravitazionale della materia frapposta che agisce quindi da lente. Questo fa sì che le immagini delle galassie lontane

appaiano lievemente distorte ed amplificate, e che ci sia inoltre un eccesso apparente nel numero di galassie lontane osservate vicino a strutture massive locali. Quest'ultimo effetto è noto come magnification bias e una sua manifestazione inequivocabile è l'esistenza di correlazione tra galassie che si trovano a grandi distanze cosmologiche le une dalle altre. L'articolo fa parte di una serie di lavori realizzati in collaborazione con i colleghi dell'Università di Oviedo e della SISSA di Trieste volti ad esplorare le potenzialità del magnification bias come osservabile cosmologico. Abbiamo misurato il magnification bias prodotto su galassie lontane ($z > 1.2$) osservate nel sub-millimetrico da H-ATLAS attraverso la correlazione con galassie della Galaxy and Mass Assembly ($0.2 < z < 0.8$). Questa misura ci ha permesso sia di studiare le proprietà delle galassie che fungono da lenti gravitazionali, che di vincolare alcuni parametri cosmologici, tra cui Ω_m e σ_8 (in Figura) che maggiormente influenzano la formazione delle strutture cosmiche. I risultati da noi ottenuti (in verde) non presentano la forte degenerazione che invece limita i vincoli dagli altri osservabili. Future e più accurate misure del magnification bias promettono quindi di offrire uno strumento innovativo e complementare per testare il modello cosmologico.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**MINICOZZI
VELIA**

AUTORI:

A. DI VENERE, E.
NICOLAI, V. MINICOZZI,
A. M. CACCURI, L. DI
PAOLA, ET ALL.

RIVISTA (DOI):

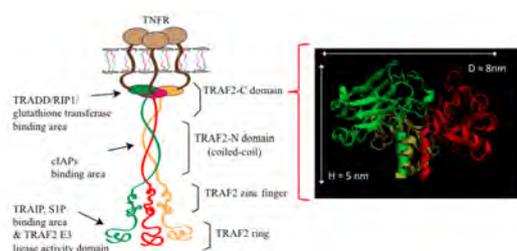
INTERNATIONAL
JOURNAL OF
MOLECULAR
SCIENCES

[10.3390/IJMS22115871](https://doi.org/10.3390/IJMS22115871)

AMBITO DI RICERCA:

BIOFISICA

THE ODD FACES OF OLIGOMERS: THE CASE OF TRAF 2-C, A TRIMERIC C-TERMINAL DOMAIN OF TNF RECEPTOR-ASSOCIATED FACTOR



Le proteine associate al recettore TNF (Tumor Necrosis Factor), dette TRAF, sono caratterizzate da una struttura oligomerica che svolge un ruolo fondamentale nel legame con i recettori di membrana. La proteina TRAF2 è

un trimero “asimmetrico” in soluzione: due subunità si raggruppano mentre la terza diventa più indipendente. Mediante esperimenti di scattering dinamico, dicroismo circolare e spettroscopia di fluorescenza abbiamo dimostrato che questo comportamento è strettamente dipendente dalla dinamica delle interazioni all’interfaccia tra i monomeri che la costituiscono. Seguire la dinamica di TRAF2 attraverso simulazioni di dinamica molecolare (MD) e analizzare i risultati mediante un approccio di rete di contatti (contact network), ci ha consentito di dimostrare che poche aree, all’interfaccia tra i monomeri costituenti il trimero, sono critiche per la formazione della struttura funzionale di TRAF2 a temperatura fisiologica e governano la dinamica di interazione monomero-dimero-trimero. Tale dinamica influenza anche l’interazione di TRAF2 con i peptidi recettori, fornendo una forte indicazione sul fatto che le tre unità formanti la proteina non siano contemporaneamente coinvolte nel legame con i recettori, come sembrerebbe dall’osservazione della sua struttura cristallina. Se l’asimmetria dinamica sia una caratteristica specifica di TRAF2 o, piuttosto, una caratteristica generale delle proteine omo-trimeriche, è una domanda interessante. Soprattutto alla luce del fatto che anche la proteina Spike del Sars-Cov-2 adotta una conformazione asimmetrica dinamica per interagire meglio con il suo recettore. Questa osservazione potrebbe essere un buon punto di partenza per la regolazione allosterica della Spike e per aiutare a migliorare l’efficacia dei test sierologici.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**MOLETI
ARTURO**

AUTORI:

**R. SISTO, D.
BELARDINELLI, A. MOLETI**

RIVISTA (DOI):

**JOURNAL OF THE
ACOUSTICAL SOCIETY
OF AMERICA**

[10.1121/10.0008940](https://doi.org/10.1121/10.0008940)

AMBITO DI RICERCA:

**ACUSTICA
FISIOLOGICA**

Dipartimento di Fisica

FLUID FOCUSING AND VISCOSITY ALLOW HIGH GAIN AND STABILITY OF THE COCHLEAR RESPONSE

JASA ARTICLE
Fluid focusing and viscosity allow high gain and stability of the cochlear response

Flavia Sisto,¹ Daniele Belardinelli,^{1,2} and Arturo Moleti^{1*}
¹Instituto de Física de Universidade Federal de Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, Brazil
²Physics Department, University of Rome Tor Vergata, Rome, Italy

ABSTRACT:
This paper discusses the role of non-dimensional 3-D hydrodynamic effects in the propagation of the large nonlinear dynamical range of the basilar membrane (BM) and pressure response, in the presence of the large nonlinear gain and damping, and the dynamic contribution of the large gain BM response, in the peak region. The large and clearly correlated dependence on stimulus level of the BM velocity and fluid pressure gain (Sisto, Wu, and Chen, *J. Acoust. Soc. Am.* 148(4), 2018) is contrasted with a physically motivated characterization of the outer hair cell (OHC) mechanism of two hydrodynamic effects: an increased amplification of the differential pressure associated with a focusing phenomenon, and viscous damping at the BM fluid interface. The prediction of the analytical 2-D Wenzel-Kramers-Prill (WKP) approach is compared to solutions of a 3-D finite element model, showing that these hydrodynamic phenomena yield a high gain response in the peak region and a smooth transition among models with different effectiveness of the active mechanism, unifying the cochlear nonlinear response over a wide stimulus level range. This study explains how an effectively one-damping nonlinear outer hair cell (OHC) force may yield large BM and pressure dynamical ranges along with an almost level independent admittance. © 2021 Acoustical Society of America. <https://doi.org/10.1121/10.0008940> (Received 25 May 2020; revised 2 November 2020; accepted 13 November 2020; published online 13 December 2021) (Editor: David Povel)

1. INTRODUCTION
The extraordinary dynamic range and sharp tuning of the human peripheral auditory system has challenged modeling attempts both before and after the discovery of the underlying physiological mechanisms. Although several characteristics of the cochlear active filter have been successfully modeled in the last decades, a few aspects of experimentally observed phenomena remain puzzling. The experimental basilar membrane (BM) response to peaked nonlinear function close to the characteristic frequency (CF) place, and linear elsewhere, here linear means that the response grows proportionally to the stimulus level. Normalizing the response to the stimulus level, one gets an “amplitude” or “gain” curves, of decreasing peak level (and increasing bandwidth) with increasing stimulus level. We will define the nonlinear dynamical range of the response as the peak gain difference between the lowest and the highest experimental stimulus level. For practical reasons, such experiments are typically performed at specific places along the BM varying the stimulus frequency. The cochlear active response appears that the same behavior is captured by measuring the spatial dependence of the BM response at a fixed frequency. In the experiments, a shift of the peak of

La meccanica cocleare prevede la propagazione e l'amplificazione non lineare di onde viaggianti, associate alla percezione dei segnali acustici, costituite da un moto trasversale della membrana basilare (BM), accoppiato a onde di pressione differenziale fra le due cavità cocleari. Per ogni frequenza, l'amplificazione della vibrazione della BM, fortemente potenziata dal meccanismo attivo delle cellule ciliate esterne (OHC) avviene in una particolare posizione risonante. Negli animali di laboratorio, il moto subnanometrico della BM viene

misurato con tecniche di tomografia ottica a radiazione coerente (OCT), evidenziando una risposta fortemente non-lineare nella regione risonante, quasi identica per la velocità della BM e per la pressione, mentre, se la potenza delle OHC fosse fornita tramite una forza anti-smorzante, proporzionale alla velocità, ci sia aspetterebbe una brusca variazione del loro rapporto (admittance). Due importanti effetti dell'idrodinamica 3-D, la focalizzazione della pressione in una regione prossima alla BM e lo smorzamento viscoso, entrambi proporzionali al numero d'onda locale, sono analizzati in questo studio. Nella regione risonante, il numero d'onda cresce rapidamente, amplificando la pressione a contatto della BM, e contemporaneamente cresce lo smorzamento viscoso a causa dello sviluppo di intensi gradienti del campo di velocità. In questo studio abbiamo dimostrato che la focalizzazione della pressione nella regione risonante aumenta la velocità della BM senza agire sull'admittance, mentre il ruolo delle cellule ciliate esterne è quello di fornire la potenza necessaria a raggiungere gli elevati valori del numero d'onda che innescano il fenomeno della focalizzazione, controbilanciando nell'admittance il termine associato alle perdite viscoso.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**MORANTE
SILVIA**

AUTORI:

M. PETROSINO, F.
STELLATO, R.
CHIARALUCE, G. ROSSI,
S. MORANTE, ET ALL.

RIVISTA (DOI):

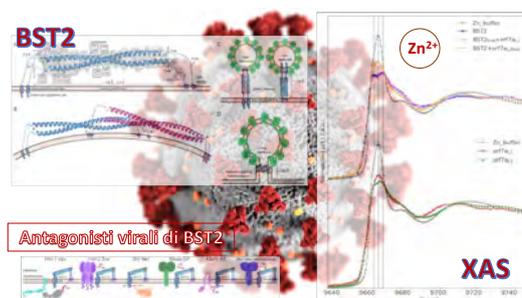
CHEMISTRYOPEN

[10.1002/OPEN.202100217](https://doi.org/10.1002/OPEN.202100217)

AMBITO DI RICERCA:

BIOFISICA

Zn-INDUCED INTERACTIONS BETWEEN SARS-COV-2 ORF7A AND BST2/TETHERIN



In questo lavoro abbiamo dimostrato l'attendibilità di una nostra ipotesi (1), secondo la quale SARS-CoV-2 sarebbe in grado di utilizzare le proprie proteine accessorie per ostacolare l'azione di difesa della BST2 (Bone-marrow STromal Antigen 2), un'importante

proteina del Sistema Immunitario. Il modello proposto assegna agli ioni Zn^{2+} il ruolo di mediatori nell'azione di contrasto. Gli ioni Zn^{2+} sono ipotizzati "disturbare" la formazione di alcuni dei ponti di solfuro tra coppie di cisteine. E' noto che, quando in una sequenza aminoacidica sono presenti un numero pari, N , di cisteine, si formano sempre $N/2$ ponti di solfuro, legami covalenti altamente stabilizzanti della struttura nativa. L'ipotesi alla base del nostro lavoro è che le proteine virali accessorie orf7a e orf8 "promuovano", con la mediazione dello ione Zn^{2+} , la rottura di uno o più ponti di solfuro nella BST2 (vedi figura) destabilizzandone la struttura tridimensionale e impedendone (o limitandone) l'azione di difesa contro l'agente infettante. Con esperimenti XAS (X-ray Absorption Spectroscopy) con luce di sincrotrone presso ESRF (European Synchrotron Radiation Facility) abbiamo provato che lo ione Zn^{2+} è in grado di: i) legarsi sia con le proteine virali accessorie che con la BST2; ii) agire da mediatore nella interazione tra orf7 o orf8 e BST2. Con questo risultato, si assegna un ruolo importante e nuovo alle proteine accessorie, suggerendo una chiave per capire come il virus riesca così abilmente a sfuggire al controllo del Sistema Immunitario.

(1) M. Petrosino, F. Stellato, R. Chiaraluce, V. Consalvi, G. La Penna, A. Pasquo, O. Proux, G.C. Rossi, S. Morante "Zn-induced interactions between SARS-CoV-2 orf7a & BST2/tetherin" ChemistryOpen (2021) doi.org/10.1002/open.202100217

PUBBLICAZIONI:
UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**PACE
EMANUELE**

AUTORI:

**R. ALESSANDRO,
A. DEL DOTTO, E. PACE,
G. PERNA, G. SALMÈ,
ET ALL.**

RIVISTA (DOI):

PHYSICAL REVIEW C

10.1103/
PHYSREVC.104.065204

AMBITO DI RICERCA:

**FISICA
ADRONICA**



Dipartimento di Fisica

LIGHT-FRONT TRANSVERSE MOMENTUM DISTRIBUTIONS FOR $J = 1/2$ HADRONIC SYSTEMS IN VALENCE APPROXIMATION

PHYSICAL REVIEW C **104**, 065204 (2021)

Light-front transverse momentum distributions for $J = 1/2$ hadronic systems in valence approximation

Rocco Alessandro¹, Alessio Del Dotto², Emanuele Pace³, Gabriele Perna⁴, Giovanni Salmè⁵, and Sergio Scopeta^{6,7}
¹Università di Roma "La Sapienza", Via della Ricerca Scientifica, 00131 Roma, Italy
²Università Nazionale di Fisica Nucleare, Laboratori Nazionali di Frascati, Via Ardeatina 306, 00044 Frascati, Italy
³Dipartimento di Fisica e Geofisica, Università di Padova, Via Amendola 2, 36127 Padova, Italy
⁴Università Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Roma, Via della Ricerca Scientifica 1001, 00185 Roma, Italy
⁵Università Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Perugia, Via Alessandro Perugino, 16127 Perugia, Italy

(Received 21 July 2020; revised 25 November 2020; accepted 28 November 2020; published 27 December 2020)

The nonrelativistic Coulomb for a $J = 1/2$ bound state, composed by a spin-1/2 fermion, is linearly expanded in terms of the light-front transverse-momentum dependent spectral function, in valence approximation. The light-front spin-dependent spectral function is fully determined by its scalar function that allows for a complete description of the $J = 1/2$ transverse-momentum distributions, suitable for a detailed investigation of the structure of the bound state. The spectral function is decomposed into a scalar function and a vector function. The scalar function is used to illustrate a property of an invariant parton for parting a wide range of information on the structure and other leading-twist operators to be extracted from the phenomenological analysis and to support for the three-nucleon system a detailed experimental effort for obtaining a detailed three-dimensional picture in momentum space by means of the helicity-matrix elements decomposition of the bound state can be studied through the universality of helicity among the transverse-momentum distributions, as well as the relevance of the relativistic effect generated by the implementation of microscopic locality. A fresh evaluation of the longitudinal and transverse polarizations of the nucleon and proton is also provided, exhibiting essentially the values used in the standard procedure for extracting the nucleon spin function from both deep-inelastic scattering and semi-inclusive reactions, in the same kinematical region.

DOI: 10.1103/PhysRevC.104.065204

1. INTRODUCTION

A fully relativistic treatment is needed to describe hadronic bound systems, when high energy processes are involved and a high degree of accuracy is required. Among the phenomenological efforts to implement a Parton-Component description of a bound system, we recall the proposal in Ref. [1], where the light-front Hamiltonian dynamics (LFHD) [2–7], was adapted in order to obtain the light-front (LF) spin-dependent spectral functions, whose dynamical content, valid for different momenta, and (off-shell) energy, inside the bound system. The spectral function is generally used to study the transverse-momentum distributions in nuclei, but the formalism can be naturally extended to a hadronic bound system and it will be illustrated in detail, to essentially obtain the six $J = 1/2$ transverse-momentum distributions (TMDs) [8]. Through the later quantization, one can achieve a detailed description of the system, much richer than the one given by the usual distribution in terms of the constituent momenta \mathcal{P} in the laboratory frame. As a matter of fact, one can address the correlations between the hadron momenta, substantially deepening our understanding of the inner dynamics. For the nucleon, TMDs (see, e.g., Refs. [9–12]) are the object of

impressive theoretical and experimental efforts, both in semi-inclusive deep-inelastic scattering (SIDIS) and in Drell-Yan processes (see, e.g., Refs. [13–15] and Refs. [16–18], respectively). In particular, light-cone models and phenomenological approaches for the TMDs have been used, e.g., (i) to study the three-dimensional nucleon structure [2, 19], (ii) to address the nucleon spin puzzle [19] and hence (iii) to disentangle the contributions of different spin-momenta components to the spin of the nucleon [6, 11]. Let us notice that the nucleon, namely a spin-1/2 system, is composed by three quarks in valence approximation. Therefore, in this approximation, the approach we have elaborated in LFHD can be applied both to the nucleon, as a system of three quarks, and to ^3He or ^3H , as systems of three nucleons.

The application of our formalism to the three-nucleon system has a twofold benefit. On one side, it allows one to study and constrain among them that can be traced back to the inner dynamics, e.g., the impact of the orbital momenta content generated by the interaction. On the other side, it constitutes a first theoretical base for supporting future experimental efforts aiming to investigate the TMDs of ^3He and eventually compare a three-dimensional (3D) tomography of the nucleon in momentum space. In a nucleon with total

2469-9959/2021/104(6)065204-12

065204-1

©2021 American Physical Society

È stato espresso in approssimazione di valenza il correlatore semi-inclusivo per un sistema legato di spin $1/2$, composto da A fermioni di spin $1/2$, in termini di una funzione spettrale sul fronte luce, dipendente dallo spin e covariante per trasformazioni di Poincaré. La funzione spettrale dipendente dallo spin rispetta la località macroscopica ed è completamente determinata da sei funzioni scalari, che permettono una descrizione completa delle sei distribuzioni di impulso trasverso pari per inversioni temporali, adatte per uno studio dettagliato della dinamica interna di

un sistema legato. L'applicazione del formalismo ad un caso con un sofisticato contenuto dinamico, come il nucleo ^3He , raggiunge due intenti: 1) illustrare un prototipo di uno studio di una abbondante messe di informazioni sulla dinamica e trovare validi vincoli per le distribuzioni di impulso trasverso da sfruttare per la loro determinazione dalle misure delle sezioni d'urto di diffusione di elettroni; 2) promuovere per un sistema di tre nucleoni uno sforzo sperimentale per ottenere una dettagliata descrizione tridimensionale del sistema nello spazio degli impulsi. In particolare si può studiare la decomposizione in momenti angolari orbitali dello stato legato, esaminando le relazioni tra le distribuzioni di impulso trasverso, e la rilevanza degli effetti relativistici generati dalla località macroscopica. Si fornisce inoltre una nuova determinazione delle polarizzazioni longitudinale e trasversa del neutrone e del protone nel ^3He , che conferma essenzialmente i valori usati nella procedura standard per estrarre le funzioni di struttura del neutrone, sia nella diffusione di elettroni profondamente inelastica che nelle reazioni semi-inclusive.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**PALUMMO
MAURIZIA**

AUTORI:

B. SUN, W. ZHAO,
T. PALOMAKI, Z. FEI, M.
PALUMMO, ET ALL.

RIVISTA (DOI):

NATURE PHYSIC

[10.1038/s41567-021-01427-5](https://doi.org/10.1038/s41567-021-01427-5)

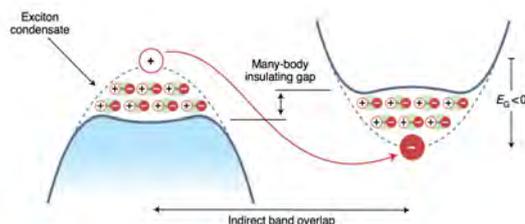
AMBITO DI RICERCA:

FISICA TEORICA
DELLA MATERIA



Dipartimento di Fisica

EVIDENCE FOR EQUILIBRIUM EXCITON CONDENSATION IN MONOLAYER WTe_2



Più di mezzo secolo fa Niel Mott e poi Walter Kohn, ipotizzarono che un semiconduttore con gap elettronica piccola o addirittura nulla (semimetallo) potesse essere instabile verso la generazione spontanea di

coppie legate elettrone-lacuna, i cosiddetti eccitoni. Un nuovo stato fondamentale, dovuto alla rottura spontanea della simmetria del reticolo sottostante, si sarebbe venuto a formare, come conseguenza della sola correlazione elettronica, portando all'apertura di una gap elettronica e alla formazione di un condensato eccitonico di Bose-Einstein. Infatti sebbene elettrone (e) e lacuna (h) siano fermioni con carica negativa e positiva opposta, le coppie prodotte dalla forte interazione coulombiana attrattiva, sono bosoni. Sebbene la predizione teorica risalga a tanti anni fa, la misurazione sperimentale non è affatto ovvia e infatti in letteratura esistono pochi esempi, alcuni molto controversi: da una parte è necessario avere a disposizione un materiale a piccolissima gap o semimetallico e in cui le coppie $e-h$ siano fortemente legate e dall'altra è molto difficile attribuire la natura della gap elettronica dello stato isolante. Alla fine del 2021, due articoli usciti quasi in contemporanea su Nature Physics e a cui è stato recentemente dedicato un News and Views (1), hanno riportato evidenze sperimentali e teoriche della natura di isolante eccitonico dello stato fondamentale del monostrato di $WT e_2$, un nuovo materiale bidimensionale della classe dei dicalcogeni dei Metalli di Transizione che ha anche interessanti proprietà topologiche. Ad una di queste due collaborazioni ha partecipato M. Palummo contribuendo all'analisi teorica tramite avanzati metodi computazionali basati sulla soluzione dell'equazione di Bethe-Salpeter ed individuando la presenza di instabilità eccitonica con coppie $e-h$ legate anche a temperatura ambiente e raggio eccitonico di circa 4 nm .

(1) <https://www.nature.com/articles/s41567-021-01466-y>

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**PERFETTO
ENRICO**

AUTORI:

E. P. MANSSON,
S. LATINI, F. COVITO,
V. WANIE, E. PERFETTO,
ET ALL.

RIVISTA (DOI):

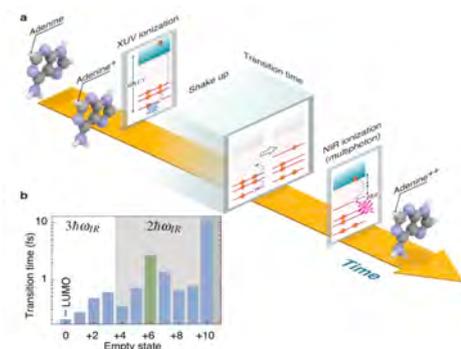
COMMUNICATIONS
CHEMISTRY

[10.1038/S42004-021-00510-5](https://doi.org/10.1038/S42004-021-00510-5)

AMBITO DI RICERCA:

PROCESSI
ULTRAVELOCI NELLE
MOLECOLE
ORGANICHE

REAL-TIME OBSERVATION OF A CORRELATION-DRIVEN SUB $3fs$ CHARGE MIGRATION IN IONISED ADENINE



La ionizzazione improvvisa di una molecola relativamente grande può avviare un processo guidato dalla correlazione elettronica chiamato migrazione di carica. Questo processo consiste in una redistribuzione ultraveloce della densità elettronica lungo la spina dorsale molecolare, che avviene su una scala temporale di pochi femtosecondi o attosecondi. Comprendere a livello microscopico i meccanismi alla base di questo processo nelle basi azotate rappresenterebbe un enorme passo in avanti per affrontare il problema del danneggiamento da irradiazione che avviene nel DNA. In questo lavoro, in collaborazione con un gruppo sperimentale del Center for Free-Electron Laser Science CFEL, Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY di Amburgo, abbiamo effettuato uno studio risolto nel tempo del processo di migrazione della carica nell'adenina. Tale processo è stato innescato da una ionizzazione con un impulso laser di pochi attosecondi, nella finestra energetica ultravioletta compresa tra 15 e 35 eV. Abbiamo scoperto che, tramite un secondo evento di ionizzazione indotto da un laser nell'infrarosso avvenuta dopo un breve ritardo, è possibile produrre il dicatione di adenina intatta, cioè non frammentato. Questo è dovuto ad un meccanismo di inflazione della densità carica risultante da un'eccitazione a molti corpi. Tale conclusione è supportata da simulazioni in tempo reale da principi primi effettuate dal nostro gruppo di ricerca. I nostri risultati possono contribuire alla comprensione di come si possa limitare tramite l'utilizzo di laser la frammentazione dei mattoni fondamentali del DNA dovuta alla ionizzazione da raggi ultravioletti.

PUBBLICAZIONI:
UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**PICOZZA
PIERGIORGIO**

AUTORI:

**P. PICOZZA, L. CONTI,
A. SOTGIU**

RIVISTA (DOI):

**FRONTIERS IN EARTH
SCIENCE**

[10.3389/FEART.2021.676775](https://doi.org/10.3389/feart.2021.676775)

AMBITO DI RICERCA:

**INDAGINI TERRESTRI
DALLO SPAZIO**



LOOKING FOR EARTHQUAKE PRECURSORS FROM SPACE: A CRITICAL REVIEW



Looking for Earthquake Precursors From Space: A Critical Review

Piergiorgio Picozza^{1,2*}, Luca Conti^{3,4} and Alessandro Sotgiu^{1,2}

¹University of Rome Tor Vergata, Rome, Italy, ²INM - Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Rome, Italy, ³University of Rome Tor Vergata, Rome, Italy, ⁴University of Rome Tor Vergata, Rome, Italy

Starting from late seventies, many observations have been reported about observations in space of signals associated with earthquakes and claimed as possible precursors: measurements. The detected parameters range from electromagnetic field components in a large band of frequencies to plasma parameters, from particles detection to thermal anomalies, etc. Up to the DEMETER mission, the analyses have been carried out on datasets gathered by not devoted satellites. Even beyond the results obtained, the DEMETER mission has constituted a milestone for space-based investigations of seismo-associated phenomena drawing a baseline for next missions with respect to instruments, observational strategy and measurement uncertainty. Nowadays, the CSES-01 satellite—developed within a sino-italian collaboration with the participation also of Austrian institutes—represents the most advanced mission for investigating near-Earth electromagnetic environment aimed at extending the observation of earthquakes precursors to a long timeseries. The benefit of the mission is even higher by considering that CSES-01 is the first of a program of several LEO small satellites, the second of which will be launched in 2023 with the same instruments and orbit of CSES-01, but with a shift of half of an orbit in order to monitor each trace twice per orbit. The article gives a short survey of space-based observations of precursory phenomena from the early studies up to the more recent ones, critically reviewing results, hypotheses and trends in this research field. The supported physical processes proposed to explain the observations are still unable to explain the large variety of the phenomenology; the statistical significance of the results are highly debated, and more in general a common consensus is still missing. Anyway, the investigation of the seismo-associated phenomena from space is a challenge for near future Earth observation.

Keywords: earthquake precursors, trapped particles, space weather, DEMETER, CSES, cosmic raylets, aurora

INTRODUCTION

The key ingredient for resolving the earthquake preparation process—and ideally for forecasting its occurrence—is to point out the existence of possible earthquake precursors (on long, middle, or short temporal scales) as well as their detection as a function of the distance from the focal area of the triggering event. An extended review can be found for example in Truitt (2006), Hayward (2015), Hayward and Chouksey (2015), Truitt (2015), Hayward et al. (2015), Hayward (2015), Hayward (2015). Beyond the classification as a function of the time delay with respect to the seismic event, precursors can be further distinguished on the spatial scale as a function of the detection distance and

Frontiers in Earth Science | www.frontiersin.org | 1 | July 2021 | Volume 9 | Article 676775

A partire dalla fine degli anni Settanta, sono state riportate molte osservazioni dallo spazio di segnali riconducibili a terremoti e considerati come possibili precursori di un evento sismico. I parametri rilevati vanno da componenti del campo elettromagnetico (in un'ampia banda di frequenze) a parametri di plasma; dal rilevamento di particelle ad anomalie termiche; ecc. L'articolo fornisce una breve panoramica delle osservazioni dallo spazio di fenomeni pre-sismici, dai primi studi fino a quelli più recenti, rivedendo criticamente

risultati, ipotesi e tendenze in questo campo di ricerca. Fino alla missione DEMETER le analisi erano state effettuate su dati ottenuti da satelliti non dedicati a questo genere di indagini. Anche al di là dei risultati conseguiti, la missione DEMETER ha costituito una pietra miliare per le investigazioni spaziali di fenomeni associati ad un sisma, rappresentando un punto di riferimento per le successive missioni, sia per quanto riguarda gli strumenti base che la strategia osservativa e l'incertezza delle misurazioni. Oggi questi studi sono svolti con strumenti a bordo del satellite CSES-01, sviluppato nell'ambito di una collaborazione italo-cinese. CSES-01 è la missione più avanzata per indagare l'ambiente elettromagnetico vicino alla Terra, con l'obiettivo di estendere l'osservazione dei precursori dei terremoti ad una lunga serie temporale. CSES-01 è anche il primo di un programma di diversi piccoli satelliti LEO, il secondo dei quali sarà lanciato il 2023. La ricerca di fenomeni associati ad un sisma dallo spazio è una sfida per il prossimo futuro dell'osservazione della Terra.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**PUCACCO
GIUSEPPE**

AUTORI:

G. PUCACCO

RIVISTA (DOI):

**CELESTIAL MECHANICS
AND DYNAMICAL
ASTRONOMY**

[10.1007/S10569-021-10008-W](https://doi.org/10.1007/S10569-021-10008-W)

AMBITO DI RICERCA:

**MECCANICA
CELESTE**

NORMAL FORMS FOR THE LAPLACE RESONANCE

Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy (2021) 133:11
<https://doi.org/10.1007/s10569-021-10008-w>

ORIGINAL ARTICLE



Normal forms for the Laplace resonance

Giuseppe Pucacco¹

Received: 8 September 2020 / Revised: 9 January 2021 / Accepted: 15 February 2021 /
Published online: 11 March 2021
© The Author(s) 2021

Abstract

We describe a comprehensive model for systems locked in the Laplace resonance. The framework is based on the simplest possible dynamical structure provided by the Keplerian problem perturbed by the resonant coupling truncated at second order in the eccentricities. The reduced Hamiltonian, constructed by a transformation to resonant coordinates, is then submitted to a suitable ordering of the terms and to the study of its equilibria. Henceforth, resonant normal forms are computed. The main result is the identification of two different classes of equilibria. In the first class, only one kind of stable equilibrium is present: the paradigmatic case is that of the Galilean system. In the second class, three kinds of stable equilibria are possible and at least one of them is characterised by a high value of the forced eccentricity for the “first planet” here, the paradigmatic case is the exo-planetary system GJ 876, in which the combination of libration centres admits triple conjunctions otherwise not possible in the Galilean case. The normal form obtained by averaging with respect to the free eccentricity oscillations describes the libration of the Laplace argument for arbitrary amplitudes and allows us to determine the libration width of the resonance. The agreement of the analytic predictions with the numerical integration of the toy models is very good.

Keywords Mean motion resonances · Laplace resonance · Hamiltonian normal forms

1 Introduction

Multi-resonant planetary problems are extremely interesting both for theory and applications. The prototypical example is given by the system composed of Jupiter and its first three Galilean satellites, Io, Europa and Ganymede. The satellites are phase-locked into the so-called Laplace resonance (Perrin-Mello 1979; Murray and Dermott 1999). This implies the ratio 4:2:1 of the mean motions and a fixed value of the relative precession of the peri-Jovian of Io and Europa. Another well-known example is GJ 876 (Riviera et al. 2010) which is an exo-planetary system with the same multi-resonant structure. Other exoplanet systems with

This article is part of the topical collection on Exoplanets.
Editors: Alessandro Morbidelli, Klemenčič Tuganov and Alessandro Cefati.

✉ Giuseppe Pucacco
pucacco@roma2.infn.it

¹ Dipartimento di Fisica and INFN-Sezione di Roma II, Università di Roma “Tor Vergata”, Via della Ricerca Scientifica, 1, 00133 Roma, Italy



In questo lavoro descriviamo un modello omni-comprendente per sistemi “imprigionati” nella risonanza di Laplace. L’ambito è quello della semplice struttura dinamica offerta dal problema kepleriano perturbato dall’accoppiamento risonante troncato a ordine due nell’eccentricità. L’hamiltoniana ridotta espressa in coordinate risonanti è quindi sottoposta ad un opportuno riordinamento dei termini per studiarne gli equilibri. Da qui sono calcolate forme normali risonanti. Il principale risultato è l’identificazione di due classi distinte di equilibri. Nella prima un solo caso

di equilibri stabili è presente: il caso paradigmatico è quello dei satelliti galileiani. Nella seconda, tre tipi di equilibri stabili sono possibili e almeno uno di essi è caratterizzato da un alto valore dell’eccentricità forzata del “primo pianeta”: qui il caso paradigmatico è quello del sistema extra-solare GJ-876 in cui la combinazione dei centri di librazione ammette congiunzioni triple che sono invece proibite nel sistema galileiano. La forma normale ottenuta dalla media rispetto alle oscillazioni libere delle eccentricità descrive la librazione dell’argomento di Laplace per valori arbitrari dell’ampiezza e ci permette di determinare la larghezza di librazione della risonanza. L’accordo delle predizioni analitiche con le simulazioni numeriche del modello è molto buono.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**PULCI
OLIVIA**

AUTORI:

F. BECHSTEDT,
P. GORI, O. PULCI

RIVISTA (DOI):

PROGRESS IN SURFACE
SCIENCE

[10.1016/
J.PROGSURF.2021.100615](https://doi.org/10.1016/j.progsurf.2021.100615)

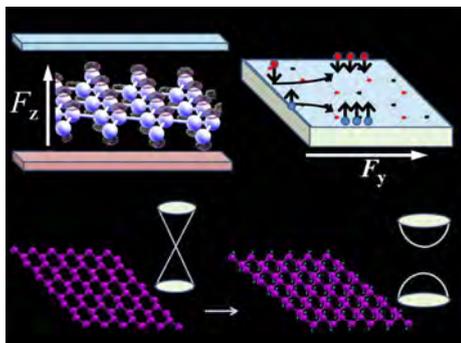
AMBITO DI RICERCA:

FISICA TEORICA
DELLA MATERIA



Dipartimento di Fisica

BEYOND GRAPHENE: CLEAN, HYDROGENATED AND HALOGENATED SILICENE, GERMANENE, STANENE, AND PLUMBENE



Le affascinanti proprietà elettroniche e optoelettroniche del grafene e la possibile inclusione di nuovi sistemi bidimensionali (2D) nell'elettronica a base di silicio hanno guidato la ricerca di strati atomici costituiti da altri elementi del gruppo IV, *Si*, *Ge*, *Sn* e *Pn*, che formano anch'essi reticoli esagonali e sono isoelettronici al grafene. I risultanti cristalli 2D di silicene, germanene, stanene e plumbene, indicati come Xenes, ma anche le loro controparti funzionalizzate, per esempio i cristalli 2D idrogenati, denominati Xanes, sono nella focus di questo articolo di review. Le conseguenze dei maggiori raggi atomici sulla geometria atomica e sulla stabilità energetica vengono discusse. Nel caso di atomi disposti a nido d'ape, le eccitazioni elettroniche a bassa energia sono governate dalle bande quasi lineari. L'accoppiamento spin-orbita apre piccole gap in energia che portano a fermioni di Dirac con masse effettive non nulle. Le bande lineari danno luogo ad un'assorbanza ottica degli Xenes che nel regime di grande lunghezza d'onda lunga è universale, determinata dalla sola costante di struttura fine. L'idrogenazione degli Xenes, dopo aver aperto sostanziali gap nelle bande elettroniche, crea spettri ottici dominati da eccitoni legati con energie di legame estremamente grandi. Campi elettrici verticali producono strutture elettroniche che vanno dall'isolante topologico al trivial insulator. Perfino una fase di spin Hall quantistico è prevista a temperatura ambiente. I drastici cambiamenti delle proprietà elettroniche degli Xenes con funzionalizzazione chimica, interazione con il substrato, e perturbazioni esterne, aprono opportunità future per modulare le loro proprietà fondamentali e creare nuovi nanodispositivi elettronici e optoelettronici.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**ROMANELLI
GIOVANNI**

AUTORI:

G. ROMANELLI, D.
ONORATI, P. ULPANI,
S. CANCELLI,
E. PERELLI-CIPPO,
ET AL.

RIVISTA (DOI):

JOURNAL OF PHYSICS:
CONDENSED MATTER

[10.1088/1361-648X/
ABFC13](https://doi.org/10.1088/1361-648X/ABFC13)

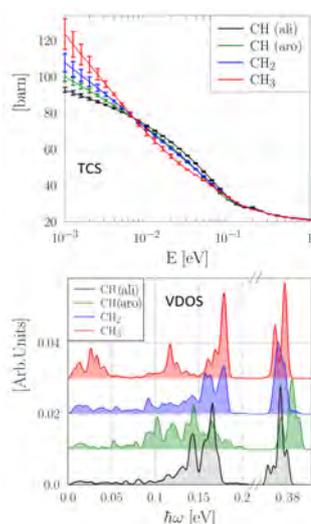
AMBITO DI RICERCA:

FISICA APPLICATA,
SPETTROSCOPIA
DI NEUTRONI



Dipartimento di Fisica

THERMAL NEUTRON CROSS SECTIONS OF AMINO ACIDS FROM AVERAGE CONTRIBUTIONS OF FUNCTIONAL GROUPS



La teoria dell'interazione dei neutroni con la materia condensata è un campo di studio a cavallo tra fisica nucleare e chimica fisica. Mentre i neutroni veloci (ai MeV) interagiscono con i materiali principalmente attraverso reazioni nucleari, i neutroni termici (ai meV) sono sensibili alle diverse fasi della materia condensata, della struttura e della dinamica molecolare, attraverso le così dette sezioni d'urto termiche. Specialmente nei materiali organici, dove il rallentamento dei neutroni per urti successivi è molto rapido, il trasporto neutronico passa velocemente dall'essere di natura nucleare a chimico-fisica. Il

processo di rallentamento dei neutroni, altrimenti detto moderazione, ricopre un ruolo importante in una serie di applicazioni che vanno dallo sviluppo di nuove sorgenti di neutroni e reattori di nuova generazione, ad applicazioni in ambito adroterapico, in cui fasci di neutroni epitermici (agli eV) vengono sparati contro celle tumorali nel corpo umano. Specialmente in quest'ultimo caso, che presenta una grande varietà di sistemi organici differenti (proteine, lipidi, etc), una caratterizzazione delle proprietà moderanti di ogni singola macromolecola diventerebbe proibitivo. Per questo motivo, in questo articolo abbiamo sviluppato un modello semplificato ma efficace in cui l'interazione tra un neutrone e la materia organica viene razionalizzato in base ai suoi componenti chimico-fisici, ovvero i gruppi funzionali (CH , CH_2 , CH_3 ...). Partendo dalla misura delle TCS dei 20 amino acidi di base presso lo spettrometro VESUVIO alla ISIS Facility, ed interpretando i risultati con simulazioni fononiche, abbiamo sviluppato una libreria di TCS in grado di riprodurre l'interazione di neutroni termici con una vasta gamma di molecole o macromolecole organiche.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**ROSSI
GIANCARLO**

AUTORI:

C. ALEXANDROU, S.
BACCHIO, G. BERGNER,
M. CONSTANTINOU, G.
ROSSI, ET ALL.

RIVISTA (DOI):

PHYSICAL REVIEW D

[10.1103/
PHYSREVD.104.074515](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.104.074515)

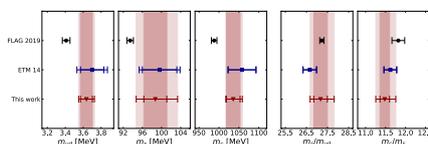
AMBITO DI RICERCA:

FISICA TEORICA,
QCD SU RETICOLO,
PARTICELLE
ELEMENTARI



Dipartimento di Fisica

QUARK MASSES USING TWISTED MASS FERMION GAUGE ENSEMBLES



La figura mostra i dati attuali di ETMC (in rosso), quelli del 2014 (in blu) e il confronto con i valori delle medie mondiali fornite da FLAG 2019 (in nero) delle masse dei quark e dei loro rapporti

La Quanto Cromo Dinamica (QCD) è la teoria delle interazioni forti. Essa descrive le interazioni fra quark e gluoni, i componenti elementari che costituiscono gli adroni, cioè i barioni e i mesoni. Mediante simulazioni di Monte Carlo è possibile calcolare i parametri fondamentali della fisica adronica (masse, costanti di decadimento, fattori di forma...). Il funzionale generatore di QCD, ruotato dalla metrica di Minkowski a quella Euclidea, assume infatti la forma della funzione di partizione di un sistema di spin in un reticolo a 4-dimensioni di passo a , volume V e temperatura effettiva $T \propto g^2$, con g la costante che controlla la forza dell'interazione. In questa riformulazione le medie termiche corrispondono agli elementi di matrice adronici e le lunghezze di correlazione sono legate alle masse adroniche da $a\xi = m^{-1}$. Poiché nel limite $a \rightarrow 0$ anche g^2 va a zero, si è condotti a studiare il sistema di spin nel limite $T \rightarrow 0$. Le simulazioni mostrano che in questo limite il sistema subisce una transizione di fase del secondo ordine in cui le lunghezze di correlazione in unità reticolari divergono mentre le masse restano finite. Questo quadro computazionale è cruciale per validare il Modello Standard e nella ricerca di Nuova Fisica. Esso consente di calcolare non-perturbativamente gli effetti forti negli elementi di matrice misurati agli acceleratori e il valore dei parametri da cui essi dipendono, in particolare delle masse dei quark. In questo lavoro sono presentati i risultati ottenuti per le masse dei quark (u, d, s, c) dalla Extended Twisted Mass Collaboration. Le masse sono determinate con una precisione del percento, estrapolando dati di simulazioni effettuate a valori delle masse dei mesoni π, K e D prossimi a quelli fisici.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**SALVATO
MATTEO**

AUTORI:

G. KUNAKOVA, T.
BAUCH, X. PALERMO,
M. SALVATO,
J. ANDZANE, ET ALL.

RIVISTA (DOI):

PHYSICAL REVIEW
APPLIED

10.1103/
PHYSREVPAPPLIED.16.024038

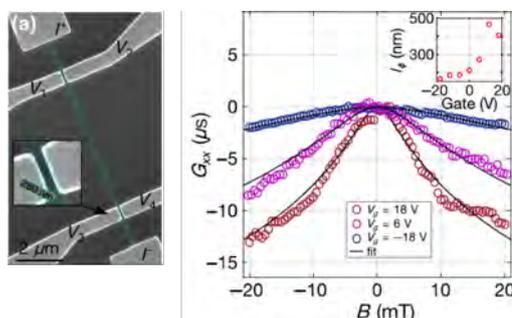
AMBITO DI RICERCA:

FISICA DELLA
MATERIA,
NANOMATERIALI,
ISOLANTI
TOPOLOGICI



Dipartimento di Fisica

HIGH MOBILITY AMBIPOLAR MAGNETOTRANSPORT IN TOPOLOGICAL INSULATOR Bi_2Se_3 NANORIBBONS



Gli isolanti topologici sono un particolare stato della materia con proprietà di isolante elettrico nella parte di volume, e metallo ad alta mobilità delle cariche (metallo di Dirac) sulla superficie. Isolanti topologici in forma di nanofili sono utilizzati in una varietà di

esperimenti per meglio comprendere le proprietà topologiche degli stati superficiali di Dirac. In questi esperimenti, la posizione del livello di Fermi rispetto al punto di Dirac nella struttura a bande del materiale è di importanza fondamentale per preservare sia le proprietà topologiche del materiale che l'alta mobilità dei portatori di carica. La posizione del livello di Fermi viene solitamente regolata attraverso drogaggio chimico mediante riduzione dei portatori di carica con conseguente riduzione della loro mobilità. In questo articolo è stato dimostrato che lo stesso effetto di regolazione del livello di Fermi può essere ottenuto mediante effetto di campo quando nanofili di isolante topologico sono depositati su un opportuno substrato. Mediante misure di trasporto in campo magnetico e di conduttanza di Hall, è stato dimostrato che i portatori di carica sono esclusivamente elettroni superficiali di Dirac mentre il contributo dei portatori di volume è nullo. Tra i vari substrati utilizzati, $SrTiO_3$ ha dato le risposte migliori in termini di effetto di gate sui nanofili di Bi_2Se_3 fornendo una piattaforma ideale per lo sfruttamento delle proprietà degli stati superficiali di Dirac degli isolanti topologici.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**SANTOVETTI
EMANUELE**

AUTORI:

E. SANTOVETTI,
COLLABORAZIONE LHCb

RIVISTA (DOI):

PHYSICAL REVIEW
LETTERS

[10.1103/
PHYSREVLETT.127.082001](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.082001)

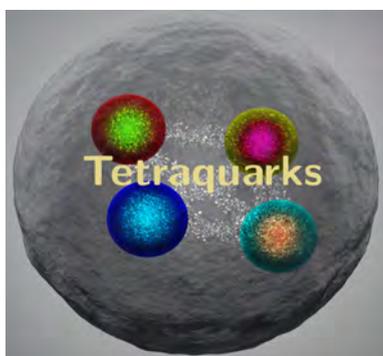
AMBITO DI RICERCA:

FISICA DELLE
INTERAZIONI
FONDAMENTALI



Dipartimento di Fisica

OBSERVATION OF NEW RESONANCES DECAYING TO $J/\psi K^+$ AND $J/\psi \phi$



Secondo il Modello Standard delle interazioni fondamentali, i costituenti fondamentali della materia sono gli adroni, che possono essere agglomerati di tre quark (i barioni, ad esempio il protone) o una coppia di quark e antiquark (i mesoni). Tuttavia il modello non esclude che i quark possano formare altri tipi di composti, ad esempio con quattro o cinque quark (tetraquark e pentaquark).

L'esperimento LHCb ha recentemente messo in luce l'esistenza di tali stati esotici e il loro studio può costituire un valido strumento per chiarire molti aspetti ancora poco conosciuti della Cromodinamica Quantistica (QCD). Nell'articolo si illustra la prima osservazione di stati esotici di tipo tetraquark (contenenti due quark charm, un quark up e un quark strange) che decadono nello stato finale $J/\psi K^+$. Si tratta di stati con la stessa composizione di quark costituenti ma con diversa massa. Tali decadimenti sono osservati considerando l'evento complessivo $B^+ \rightarrow J/\psi \phi K^+$. L'analisi è effettuata utilizzando i dati delle collisioni protone-protone dell'LHC del CERN, raccolti dall'esperimento LHCb. Nel decadimento completo sopra menzionato, è osservato anche un altro stato di tipo tetraquark, contenente due quark charm e due quark strange, che decade nello stato finale $J/\psi \phi$. Tutti questi nuovi stati sono osservati con un'evidenza molto superiore alle cinque deviazioni standard. Sarà importante continuare il loro studio per chiarire ulteriormente le loro caratteristiche, tipo lo spin, la parità e altro ancora.

PUBBLICAZIONI:
UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**SBRAGAGLIA
MAURO**

AUTORI:

**R. BENZI, T. DIVOUX, C.
BARENTIN, S.
MANNEVILLE, M.
SBRAGAGLIA, ET ALL.**

RIVISTA (DOI):

**PHYSICAL REVIEW
LETTERS**

[10.1103/
PHYSREVLETT.127.148003](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.148003)

AMBITO DI RICERCA:

**MECCANICA
STATISTICA**



Dipartimento di Fisica

STRESS OVERSHOTS IN SIMPLE YIELD STRESS FLUIDS

PHYSICAL REVIEW LETTERS 127, 148003 (2021)

Stress Overshoots in Simple Yield Stress Fluids

Roberto Benzi,¹ Thibaut Divoux,² Catherine Barentin,³ Sébastien Manneville,⁴

Mauro Sbragaglia,⁵ and Federico Toschi⁶

¹Dipartimento di Fisica, Università di Roma "Tor Vergata" and INFN, Via della Ricerca Scientifica, I-00133 Roma, Italy
²Univ. Lyon, École de Lyon, CNRS, Université de Lyon, CNRS, Laboratoire de Physique, F-69622 Lyon, France
³Université de Lyon, Université Claude-Bernard Lyon 1, CNRS, Institut de Recherche sur les Phénomènes Hors-Équilibre, F-69622 Villeurbanne, France
⁴Department of Applied Physics, Eindhoven University of Technology, P.O. Box 217,
5000 MB Eindhoven, Netherlands and CNRS-ICM, Brest, India

(Received 31 March 2021; revised 25 June 2021; accepted 1 September 2021; published 27 September 2021)

Soft glassy materials such as mayonnaise, wet clays, or dense emulsions display a solid-to-liquid transition under external shear. Such a shear-induced transition is often associated with a nonmonotonic stress response in the form of a stress maximum referred to as “stress overshoot.” This transient phenomenon is characterized by the coexistence of the maximum in terms of stress σ_y and strain $\gamma_{0.5}$ but both increase as weak power laws of the applied shear rate: here we reexamine such power-law scalings using a continuum model that predicts two different regimes in the limit of low and high applied shear rates. The corresponding exponents are directly linked to the steady-state rheology and are both associated with the nucleation and growth dynamics of a fluidized region. Our work offers a consistent framework for predicting the transient response of soft glassy materials upon startup of shear from the local flow behavior in the global rheological overshoot.

DOI: 10.1103/PhysRevLett.127.148003

Introduction.—From dense suspensions and gels to metallic alloys and composites, numerous materials display a nonmonotonic stress response under external shear. For a given applied shear rate $\dot{\gamma}$, the stress increases up to a maximum σ_y reached at a strain $\gamma_{0.5}$ before decreasing towards its steady-state value, while the sample yields (see Fig. 1). This sequence, also referred to as the “stress overshoot,” is a complex process to model as it depends on the applied shear rate as well as the details of the sample microstructure through the sample age, its thermal and shear history, etc. [1–6].

Soft glassy materials (SGMs) encompass soft amorphous systems such as gels and glasses. These materials are characterized by a yield stress σ_y below which the sample responds as a solid and above which it flows like a liquid [4]. Under external shear, most SGMs display a stress overshoot, which results from the rearrangement of the sample microstructure. The stress peak is correlated to the maximum structural anisotropy [8,9], while the subsequent stress relaxation is dominated by nonlinear displacements, and associated with either cage breaking and reconfigurative motion of particles in the case of glasses [9–11] or strand failure in the case of gels [12–14]. Concomitantly to the stress relaxation, the sample may either flow homogeneously or show the formation of transient or steady-state shear bands, or even fractures [15–19].

Despite such complexity, the amplitude σ_y of the stress overshoot consistently increases as a power law of $\dot{\gamma}$, with an exponent that varies from 0.1 to 0.5 as reported in

experiments on gels and repulsive glasses [17,18–21]. Stress overshoots are well reproduced by various theoretical approaches such as Brownian or molecular dynamics simulations, micromechanical modeling, and mode coupling theory, which have provided valuable insights on the microscopic scenario associated with the overshoot [19,22–26]. However, the functional form $\sigma_y(\dot{\gamma})$ inferred from computations is most often either logarithmic [27–30] in contradiction with experimental results, or a power law with an exponent 0.5 [2,13,31], which does not reflect the broad range of exponents reported in the literature. A notable exception is the seminal version of the fluidity model, which yields a power-law scaling with exponents lower than 0.5 [32]. However, to date, there is no consistent theoretical framework offering a rationale for the multiplicity of power-law exponents reported for stress overshoots in SGMs.

In this Letter, we tackle the case of “simple” yield stress fluids (YSFs), a subclass of SGMs whose steady-state flow is homogeneous and described by a Herschel-Bulkley rheology [3]. We use a model first introduced in Ref. [32] based on a fluidity parameter, and successfully extended to capture the spatially resolved yielding scenario of SGMs [33,34], to rationalize the effect of shear on the coordinates $(\gamma_{0.5}, \sigma_y)$ of the stress overshoot. We show that the relevant variable to quantify the magnitude of the stress overshoot is $\sigma_y/\sigma_s = 1$, and that this normalized parameter displays two asymptotic power-law regimes as a function of the applied shear rate, namely, a diffusive regime for low

0031-9007/21/127(14)/148003\$

148003-1

© 2021 American Physical Society

“stress overshoot”) che dipende dall’intensità dello shear applicato. La caratterizzazione del fenomeno dello stress overshoot è di vitale importanza per comprendere le proprietà di transizione alla fluidizzazione dei materiali soffici vetrosi. Sperimentalmente, si osservano delle leggi di scala del massimo dello stress in funzione dello shear applicato, con degli esponenti di scala fino ad ora mai predetti da modelli teorici. Il lavoro presenta un primo tentativo in questa direzione, proponendo un modello elastoplastico continuo che ci ha permesso di predire analiticamente gli esponenti di scala in funzione delle proprietà del materiale, confrontandoci con successo con dati sperimentali.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**SENESI
ROBERTO**

AUTORI:

P. ULPANI, G.
ROMANELLI, D.
ONORATI, C.
ANDREANI, R. SENESI,
ET ALL.

RIVISTA (DOI):

PHYSICAL REVIEW
LETTERS

[10.1063/5.0029578](https://doi.org/10.1063/5.0029578)

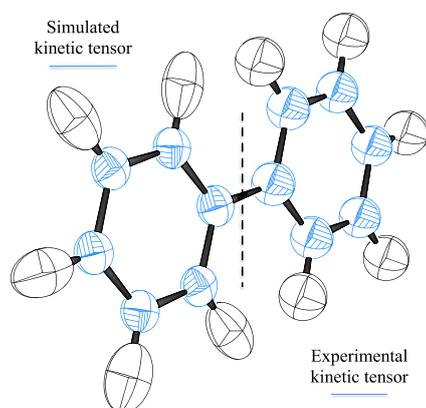
AMBITO DI RICERCA:

FISICA APPLICATA,
SPETTROSCOPIA
DI NEUTRONI



Dipartimento di Fisica

THE EFFECTIVE ISOTROPY OF THE HYDROGEN LOCAL POTENTIAL IN BIPHENYL AND OTHER HYDROCARBONS



È possibile applicare il teorema del limite centrale alla dinamica nucleare nella materia condensata? All'aumentare della complessità di una molecola, ovvero del numero di modi normali di vibrazione, ci si aspetta che sia la funzione d'onda nucleare sia la relativa distribuzione di quantità di moto nucleare (NMD) tridimensionali diventino delle semplici distribuzioni normali. Questa ipotesi è stata studiata sperimentalmente, ed i

nostri dati di diffusione neutronica profondamente anelastica suggeriscono che il potenziale nucleare locale dell'idrogeno nella molecola di bifenile, $(C_6H_5)_2$, è sia armonico che isotropo, all'interno delle incertezze sperimentali. Questa caratteristica è interpretata come una conseguenza della somma incoerente degli effetti di vibrazione relativi ad ogni modo normale all'interno della molecola. Infatti, dai risultati di calcoli *ab initio* fononici, su bifenile e altri idrocarburi dal metano al decano, si osserva che la NMD diventa tanto più isotropa quanto maggiore il numero di modi normali. Inoltre l'anisotropia teorica prevista per il bifenile è maggiore rispetto a quanto osservato sperimentalmente. Il motivo è che nella realtà il numero di gradi di libertà, che rendono il teorema del limite centrale applicabile, viene raggiunto grazie agli effetti del disordine strutturale e dell'accoppiamento di modi normali. Le misure di diffusione neutronica profondamente anelastica sono state effettuate presso lo spettrometro VESUVIO della ISIS Pulsed Neutron & Muon Source, ed accompagnate dall'utilizzo di una nuova configurazione di rivelazione che ottimizza il rapporto segnale-rumore, fornendo vincoli più stringenti a simulazioni *ab-initio* e l'opportunità di velocizzare campagne di misure parametriche.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**SPARVOLI
ROBERTA**

AUTORI:

F. PALMA, A. SOTGIU,
A. PARMENTIER, M.
MARTUCCI,
R. SPARVOLI,
ET ALL.

RIVISTA (DOI):

APPLIED SCIENCES

[10.3390/APP11125680](https://doi.org/10.3390/APP11125680)

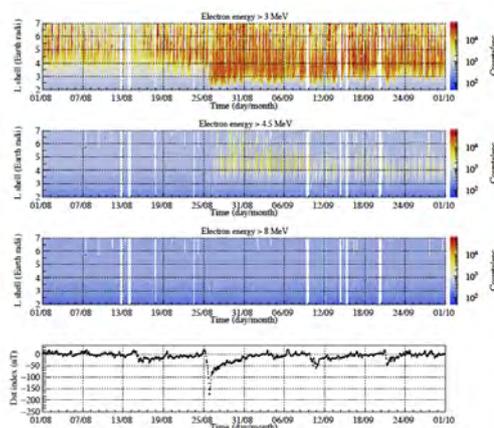
AMBITO DI RICERCA:

RAGGI COSMICI,
METEOROLOGIA
SPAZIALE



Dipartimento di Fisica

THE AUGUST 2018 GEOMAGNETIC STORM OBSERVED BY THE HIGH-ENERGY PARTICLE DETECTOR ON BOARD THE CSES-01 SATELLITE



Le tempeste magnetiche rappresentano le principali manifestazioni della variabilità nell'interazione Sole-Terra. Tali eventi appaiono come disturbi magnetici causati da esplosioni di radiazioni e particelle cariche emesse dal Sole sotto forma di espulsioni di massa coronale, brillamenti solari, regioni di interazione co-rotante, Questi

processi coinvolgono un vasto insieme di regioni del plasma nella magnetosfera e nella ionosfera che interagiscono tra loro. La magnetosfera terrestre è sotto l'azione permanente del vento solare. Un aumento della pressione dinamica del vento solare e una direzione verso sud del campo magnetico interplanetario sono considerati tra i fattori fondamentali nello sviluppo delle tempeste magnetiche. Sotto il driver del vento solare, si verificano cambiamenti globali nella magnetosfera; una delle principali conseguenze è il cambiamento nei flussi di particelle cariche che costituiscono la corrente dell'anello magnetosferico. Il 25 agosto 2018 una tempesta geomagnetica di classe G3 ha raggiunto la magnetosfera terrestre, causando un riarrangiamento dell'ambiente delle particelle cariche attorno al pianeta, rilevato dal rivelatore di particelle ad alta energia HEPD a bordo del China Seismo-Electromagnetic Satellite (CSES-01). In particolare, sono stati studiati i flussi di elettroni durante la tempesta. È stato rivelato che i tassi di conteggio degli elettroni nell'intervallo del MeV erano caratterizzati da un impoverimento durante la fase principale della tempesta e da un chiaro miglioramento durante il recupero.

Figura: misure di trigger rate di elettroni misurate da HEPD durante la tempesta di Agosto 2018.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**STEFANUCCI
GIANLUCA**

AUTORI:

D. KARLSSON,
R. VAN LEEUWEN,
Y. PAVLYUKH,
E. PERFETTO,
G. STEFANUCCI

RIVISTA (DOI):

PHYSICAL REVIEW
LETTERS

[10.1103/
PHYSREVLETT.127.036402](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.036402)

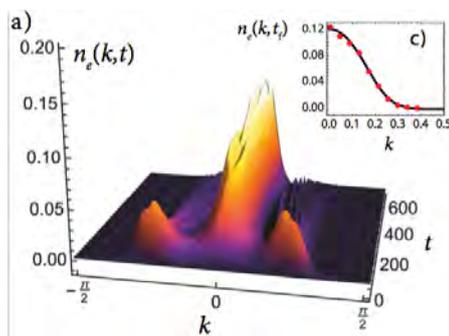
AMBITO DI RICERCA:

FISICA TEORICA
DELLA MATERIA



Dipartimento di Fisica

FAST GREEN'S FUNCTION METHOD FOR ULTRAFAST ELECTRON-BOSON DYNAMICS



L'interazione tra elettroni e bosoni, quali fononi o fotoni, è alla base della dinamica ultraveloce in gran parte dei sistemi, dalle molecole ai solidi. Essa dà origine a una vastissima pletora di fenomeni fisici, molti dei quali accessibili sperimentalmente utilizzando moderne tecniche spettroscopiche risolte nel tempo. Lo sviluppo di un

approccio quantistico che sia affidabile oltre il regime perturbativo e che sia in grado di simulare fenomeni di eccitazione e rilassamento a diverse scale temporali è cruciale per poter interpretare i risultati sperimentali e progettare nuovi materiali. La teoria diagrammatica delle funzioni di Green di non-equilibrio fornisce un metodo sistematico per trattare particelle quantistiche interagenti. Tuttavia questa teoria da origine ad equazioni del moto la cui soluzione numerica richiede un costo computazionale ancora proibitivo per le attuali risorse di calcolo. Diverse semplificazioni delle equazioni del moto sono state elaborate ma esse violano importanti leggi di conservazione, come la conservazione dell'energia. In questo lavoro si propone uno schema semplificativo estremamente efficiente che consente la risoluzione delle equazioni del moto con un costo computazionale che scala linearmente con il tempo di propagazione e allo stesso tempo garantisce il rispetto di tutte le fondamentali leggi di conservazione. In questo stesso lavoro inoltre utilizziamo lo schema proposto per studiare le dinamiche di rilassamento guidate dai fononi in un isolante otticamente eccitato, evidenziando il comportamento non termico dei gradi di libertà fononici. La nostra formulazione apre la strada a simulazioni da principi-primi di sistemi con elettroni e bosoni interagenti fino a scale dei tempi che non hanno precedenti.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**STELLATO
FRANCESCO**

AUTORI:

G. LA PENNA, F.
MACHETTI, G. ROSSI,
F. STELLATO,
S. MORANTE, ET ALL.

RIVISTA (DOI):

JOURNAL OF
PHYSICAL
CHEMISTRY C

[10.1021/
ACS.JPCC.0C08676](https://doi.org/10.1021/ACS.JPCC.0C08676)

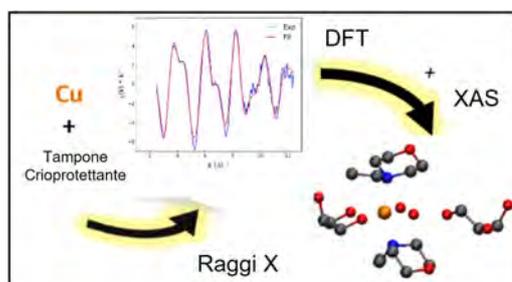
AMBITO DI RICERCA:

FISICA DEI SISTEMI
BIOLOGICI



Dipartimento di Fisica

Cu(II)-GLYCEROL-N-ETHYLMORPHOLINE COMPLEX STABILITY REVEALED BY X-RAY SPECTROSCOPY



Nella sua autobiografia “Sta scherzando, Mr. Feynman!” il fisico statunitense assegna virtualmente il massimo dei voti a un tale Young, autore di un esperimento sui topi grazie al quale “non aveva scoperto nulla di nuovo sui topi. In realtà egli aveva invece scoperto

come ci si deve comportare per sperimentare sui topi”. Fatte le dovute distinzioni, l’articolo qui presentato ha una finalità simile. Nello specifico, si occupa di studiare l’interazione tra ioni rame, molecole “tampone”, usate per stabilizzare il *pH*, e molecole “crioprotettanti”, usate per impedire la formazione di cristalli di ghiaccio nelle soluzioni contenenti molecole organiche tenute alla temperatura criogenica necessaria per effettuare esperimenti con raggi X. Utilizzando la spettroscopia di assorbimento dei raggi X, la dinamica molecolare e la teoria del funzionale densità abbiamo ricostruito le interazioni tra ioni rame e queste molecole. Tali interazioni erano generalmente considerate trascurabili, ma i nostri risultati, sia sperimentali che computazionali, hanno mostrato che, sotto determinate condizioni, si creano strutture regolari dove gli ioni metallici, in assenza di proteine, formano complessi stabili con tali molecole. Per tale motivo, in casi più complicati e biologicamente rilevanti, nei quali sono presenti simultaneamente in soluzione, oltre a crioprotettanti e tamponi, sia ioni metallici che proteine, può essere importante tener conto delle possibili interazioni tra tutti gli elementi presenti, che possono perturbare la coordinazione tra proteine e ioni metallici. Volendo chiudere rubando ancora una volta le parole di Feynman, questo lavoro “...ci indica esattamente le condizioni in cui operare, in tutti gli esperimenti simili, per renderli accurati ed averne sotto controllo ogni elemento.”

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**TANTALO
NAZARIO**

AUTORI:

A. DESIDERIO,
R. FREZZOTTI,
M. GAROFALO,
D. GIUSTI,
N. TANTALO, ET ALL.

RIVISTA (DOI):

PHYSICAL REVIEW D

[10.1103/
PHYSREVD.103.014502](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.103.014502)

AMBITO DI RICERCA:

FENOMENOLOGIA
DELLE PARTICELLE,
QCD SUL RETICOLO

FIRST LATTICE CALCULATION OF RADIATIVE LEPTONIC DECAY RATES OF PSEUDOSCALAR MESONS

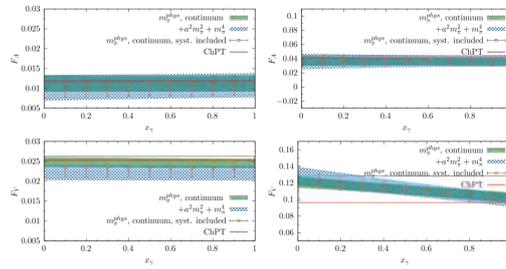


FIG. 10. Extracted values of the pion (left) and kaon (right) form factors $F_A(x_1)$ (upper) and $F_V(x_1)$ (lower) as a function of x_1 . The horizontal red lines correspond to lowest order ChPT predictions in Eq. (33). The full green bands are the results of the fits after the continuum and chiral extrapolations obtained using Eqs. (29) and (31) for the pion and kaon, respectively, and the shaded blue bands are obtained using (30) or (32). We also show the extrapolated form factors and the corresponding uncertainties (statistical and systematic) for selected values of x_1 .

Lo studio della fenomenologia degli adroni, particelle composite di quarks e gluoni, rappresenta ad oggi la frontiera della fisica di precisione all'interno del Modello Standard (SM) delle interazioni fondamentali. Il comportamento degli adroni,

infatti, è regolato dalla teoria delle interazioni forti (QCD) la cui indagine richiede un approccio non-perturbativo, ovvero simulazioni numeriche della QCD sul reticolo. I decadimenti leptonici radiativi dei mesoni π e K sono particolarmente interessanti dal punto di vista fenomenologico in quanto dal loro studio è possibile estrarre con estrema precisione gli elementi della prima riga della matrice CKM di mescolamento dei quarks e, con essi, sottoporre lo SM a test di precisione particolarmente stringenti. In questo lavoro, per la prima volta, abbiamo calcolato le rates di decadimento per i processi $\pi \mapsto \ell \bar{\nu} \gamma$ e $K \mapsto \ell \bar{\nu} \gamma$ partendo da principi primi. La particolare rilevanza fenomenologica di questo calcolo è nel fatto che le nostre predizioni teoriche permettono di estendere la frontiera dei calcoli non perturbativi al livello di precisione richiesto dagli esperimenti, dell'ordine del percento, che richiede l'inclusione nelle simulazioni numeriche delle interazioni elettromagnetiche (QCD+QED), trascurate in tutti i calcoli precedenti. Il lavoro, che estende la nostra precedente pubblicazione pionieristica (1) e i cui risultati sono stati confrontati con i dati sperimentali in (2), ha stabilito un nuovo stato dell'arte nel contesto dello studio non-perturbativo della fenomenologia adronica.

(1) [10.1103/PhysRevLett.120.072001](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.120.072001)

(2) [10.1103/PhysRevD.103.053005](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.103.053005)

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**TOMBESI
FRANCESCO**

AUTORI:

**D.R. PASHAM, C.G.W.
HO, W. ALSTON,
R. REMILLARD,
F. TOMBESI, ET ALL.**

RIVISTA (DOI):

**NATURE
ASTRONOMY**

[10.1038/
S41550-021-01524-8](https://doi.org/10.1038/S41550-021-01524-8)

AMBITO DI RICERCA:

ASTROFISICA

Dipartimento di Fisica

EVIDENCE FOR A COMPACT OBJECT IN THE AFTERMATH OF THE EXTRAGALACTIC TRANSIENT AT 2018COW

nature astronomy **LETTERS**
March 2021 | <https://doi.org/10.1038/s41550-021-01524-8>

Evidence for a compact object in the aftermath of the extragalactic transient AT2018cow

Dheeraj R. Pasham¹, Wynn C. G. Ho², William Alston³, Ronald Remillard⁴, Mason Ng⁵, Keith Gendreau⁶, Brian D. Metzger⁷, Diego Altamirano⁸, Deepthi Chakrabarty⁹, Andrew Fabian¹⁰, Jon Miller¹¹, Peter Butt¹², Zaven Arzumanian¹³, James F. Steiner¹⁴, Tod Strohmayer¹⁵, Francesco Tombesi¹⁶, Jason Homan¹⁷, Edward M. Cocke¹⁸ and Alice Harding¹⁹

The brightest fast blue optical transients (FBOTs) are mysterious extragalactic explosions that may represent a new astrophysical phenomenon. They first time to maximum brightness of less than a week, decline over several months, and exhibit optical spectra and evolution as predicted by the collapse of a massive star, which are powered by radioactive decay. The AT2018cow (at a redshift of 0.034) is an extreme FBOT in terms of rapid evolution and high luminosity. Here we present evidence for a high-amplitude quasi-periodic oscillation of AT2018cow's light curve with a frequency of 224 Hz (at a 2.5% significance level or false alarm probability of 0.02%) and fractional root-mean-square amplitude of ~30%. This signal is found in the average power density spectrum taken over the entire 100-day outburst and suggests a highly persistent signal over long-term cycles. The high-frequency signal is consistent with a neutron star or black hole with a mass less than 850 solar masses. If the quasi-periodic oscillation is associated to the spin period of a neutron star, we can set limits on the star's magnetic field strength. Our work highlights a new way of using high-resolution X-ray observations to study FBOTs.

High-resolution X-ray spectra that scan the same portion of the spectrum over multiple epochs have revealed new exciting phenomena. These 'fast' transients rise to their peak brightness within 10 min and fade away within a month or less (1). They are spatially coincident with external galaxies but are offset from their nuclei (for example, ref. 2). Their optical spectra are often blue, with the occasional presence of hydrogen and helium features. The peak luminosities of these optical transients (FBOTs) range from the faint end of core-collapse supernovae to the bright end of superluminous supernovae (from 10⁴¹ to 10⁴⁵ erg s⁻¹ at 10 d after maximum light) (3). The majority of FBOTs are extreme cases of core-collapse supernovae. However, a subset of high-luminosity FBOTs with peak bolometric luminosities >10⁴⁵ erg s⁻¹ cannot be explained as an extension of the properties of core-collapse supernovae. These several alternative mechanisms

proposed to explain the properties of luminous FBOTs. These include emission from the interaction of the supernova shockwave with a dense circumstellar medium (CSM) (4), the injection of energy from spin-down of a strongly magnetized central object in a core-collapse supernova (5), a strong magnetic field (6), a magnetar (7), accretion onto a newly formed compact object (8) or a final supernova (9). A subset of FBOTs are associated with intermediate-mass black holes (IMBHs) (10–12) or active galactic nuclei (AGN) (13).

Before June 2018, the majority of FBOTs were first identified as archival images (for example, ref. 14). AT2018cow, discovered by the ATLAS survey¹ in a galaxy at a distance of ~60 Mpc (ref. 15), was discovered in real time. Its brightness increased of more than 7.7 magnitudes in just 4 d (see Fig. 1 of ref. 16) and remained at the peak luminosity (bolometric of 10⁴⁵ erg s⁻¹) for the remainder of the 100-day outburst. The discovery was promptly reported to the various national and international astronomical organizations. The radio, millimetric, optical, X-ray and γ-ray properties of the source are described in various papers (17–20). However, in spite of extensive coverage, the physical origin of AT2018cow remains elusive.

Given its high X-ray luminosity (peak value of a roughly 10⁴⁴ erg s⁻¹) and variability on timescales of a few tens of hours², compact object (neutron) powered scenarios have been proposed for AT2018cow. These suggestions include emission from tidal disruption of a star by an IMBH with a mass in the range of 10³–10⁴ M_⊙ (ref. 1), fallback accretion in a failed supernova³ and energy released by a newborn neutron star in a supernova⁴.

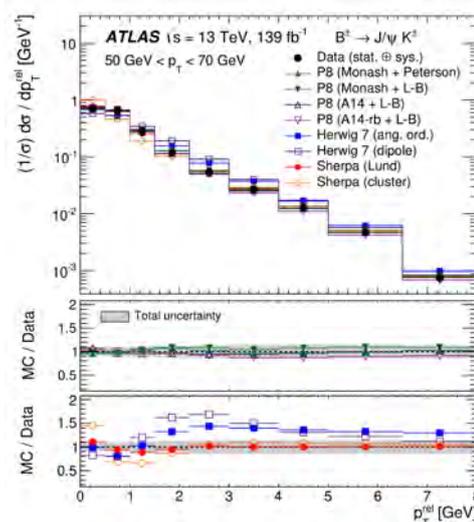
Several works over the past few decades⁵ have found that when accreting compact objects (black holes or neutron stars) X-ray emission goes into outbursts—due to enhanced accretion—other mechanisms for high-frequency variability in their X-ray brightness. There is a clear consensus on the exact mechanism that produces these outbursts: high-frequency quasi-periodic oscillations (QPOs) that are generally agreed to be generated from a region close to the compact object where the dynamics of motion are dominated by the compact object's strong gravitational field (see ref. 21 and references therein) and they represent direct evidence for the presence of a

Lo studio pubblicato su Nature Astronomy è stato svolto insieme dal collega Dheeraj Pasham, astrofisico al Kavli Institute for Astrophysics and Space Research del Massachusetts Institute of Technology (USA), e un team di ricercatori internazionali. L'oggetto di studio è una sorgente balzata qualche tempo fa all'onore della cronaca grazie anche al curioso appellativo assegnatole dalle regole della nomenclatura astronomica: AT2018cow, the Cow, ovvero la "mucca". Osservata nel giugno del 2018 da telescopi di tutto il mondo sotto forma di potente esplosione - un brillante lampo blu - proveniente dal braccio a spirale di una galassia distante 200 milioni di anni luce da noi, all'inizio sembrava essere una supernova, sebbene fosse molto più veloce e molto più luminosa di qualsiasi esplosione stellare mai osservata. Nel nostro articolo dimostriamo di aver rivelato grazie all'osservatorio per raggi X NICER montato sulla Stazione Spaziale Internazionale un segnale ricorrente ad alta energia: una serie di centinaia di milioni di impulsi a raggi X, provenienti dalla stessa sorgente, che si sono ripetuti con grande regolarità ogni 4,4 millisecondi nell'arco di almeno 60 giorni, un fenomeno chiamato Quasi-Periodic Oscillation (QPO). Questo segnale ci ha consentito di ipotizzare una sorgente con un diametro di circa mille km e una massa non superiore alle 800 masse solari. Da queste cifre si può dedurre che il segnale di AT2018cow è probabilmente il prodotto di una stella morente che, collassando, ha dato vita a un oggetto compatto: un buco nero o una stella di neutroni. Oggetto che, appena nato, ha continuato a divorare il materiale circostante, mangiando la stella "dall'interno": processo che ha rilasciato l'enorme quantità di energia osservata.

¹Key Institute for Astrophysics and Space Research, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, USA; ²Department of Physics and Astronomy, Harvard College, New Haven, CT, USA; ³European Space Agency (ESA), Madrid, Spain; ⁴NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD, USA; ⁵Canadian Astrophysics Laboratory, Caltech/JPL/STScI, Pasadena, CA, USA; ⁶Department of Physics and Astronomy, University of Southampton, Southampton, UK; ⁷Center for Astrophysics, University of Cambridge, Cambridge, UK; ⁸Department of Astronomy, University of Maryland, College Park, MD, USA; ⁹Center for Astrophysics, Harvard University, Cambridge, MA, USA; ¹⁰Department of Physics and Astronomy, University of Exeter, Exeter, UK; ¹¹Department of Physics and Astronomy, University of California, Riverside, CA, USA; ¹²Department of Physics and Astronomy, Wayne State University, Detroit, MI, USA; ¹³Theoretical Division, Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, NM, USA; ¹⁴ref. 15; ¹⁵ref. 15; ¹⁶ref. 16; ¹⁷ref. 17; ¹⁸ref. 18; ¹⁹ref. 19; ²⁰ref. 20; ²¹ref. 21

NATURE ASTRONOMY | www.nature.com/natureastronomy

MEASUREMENT OF b -QUARK FRAGMENTATION PROPERTIES IN JETS USING THE DECAY $B^\pm \rightarrow J/\Psi K^\pm$ IN pp COLLISIONS AT $\sqrt{s} = 13 TeV$ WITH THE ATLAS DETECTOR



I b -quark sono particelle elementari coinvolte in processi di grande interesse, dalle oscillazioni materia-antimateria e le violazioni di simmetria CP alla fisica del quark top, che decade quasi sempre in b -quark, fino a ricerche di nuova fisica oltre il Modello Standard. Tuttavia, essendo dotati di carica di colore, i b -quark non possono essere osservati liberamente, ma solo dopo che hanno costituito particelle composte (adroni) in un

processo denominato frammentazione. Nell'analisi qui presentata si utilizzano collisioni tra protoni, realizzate da LHC ad un'energia del centro di massa di $13 TeV$, per studiare con l'esperimento ATLAS i meccanismi di frammentazione dei b -quark. Questi, prodotti in coppia nelle collisioni, appaiono nel rivelatore come sciame di particelle (jet), che vengono ricostruiti con appropriati algoritmi, permettendo una stima delle proprietà cinematiche dei quark. Identificando all'interno del jet adroni B^\pm prodotti dai b -quark e misurandone la cinematica, è possibile studiare in che modo l'energia del quark è stata trasferita all'adrone. Gli adroni B^\pm vengono ricostruiti usando il canale di decadimento $J/\Psi K^\pm$, con la particella J/Ψ che a sua volta decade in due muoni. I due muoni e il kaone identificati dal rivelatore permettono la ricostruzione completa della cinematica dell'adrone B^\pm . Misurando la proiezione longitudinale (z) e quella trasversale (p_T^{rel}) dell'impulso dell'adrone rispetto a quello del jet di particelle si studiano quindi le proprietà di frammentazione dei b -quark. I risultati sperimentali ottenuti sono confrontati con diverse simulazioni Monte Carlo, fornendo informazioni cruciali per una migliore comprensione dei processi di frammentazione dei quark.

PUBBLICAZIONI: UNA OVERVIEW

CONTRIBUTO
SOTTOMESSO DA:

**VITTORIO
NICOLA**

AUTORI:

**N. VITTORIO,
THE LSPE
COLLABORATION**

RIVISTA (DOI):

**JOURNAL OF
COSMOLOGY AND
ASTROPARTICLE
PHYSICS**

[10.1088/1475-7516/2021/08/008](https://doi.org/10.1088/1475-7516/2021/08/008)

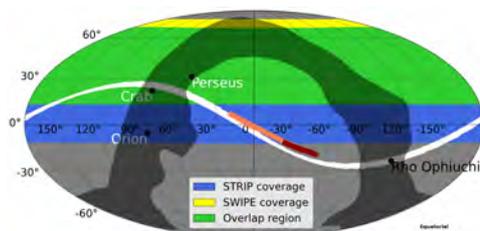
AMBITO DI RICERCA:

**COSMOLOGIA,
CMB, PARAMETRI
COSMOLOGICI**



Dipartimento di Fisica

THE LARGE SCALE POLARIZATION EXPLORER (LSPE) FOR CMB MEASUREMENTS: PERFORMANCE FORECAST

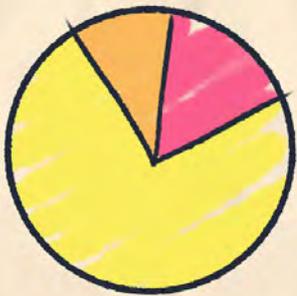


La misura della polarizzazione della radiazione cosmica di fondo a microonde (CMB) è una delle attuali frontiere della cosmologia moderna. In particolare, la detezione di una componente primordiale priva di

divergenza del campo di polarizzazione, il cosiddetto B-mode, rivelerebbe la presenza di un campo stocastico di onde gravitazionali già presente nell'Universo primordiale. Questo confermerebbe lo scenario inflazionario, al momento solo un paradigma per risolvere il problema degli orizzonti e della piattezza del modello cosmologico di Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker. In questo lavoro si presentano le prestazioni del Large Scale Polarization Explorer (LSPE), composto da due strumenti: LSPE-Strip, un telescopio con ricevitori radiometrici che osserverà il cielo a micro-onde dall'osservatorio di Teide in Tenerife; LSPE-SWIPE, uno strumento con ricevitori bolometrici progettato per volare su di un pallone stratosferico. Il programma LSPE è tra i pochi dedicati all'osservazione dell'emisfero celeste settentrionale. Si discutono le caratteristiche principali dei due strumenti, in termini di sensibilità sui parametri cosmologici, includendo l'effetto della strategia di scansione, la separazione dell'emissione galattica e la copertura parziale del cielo. LSPE sarà in grado di porre un limite superiore al rapporto r tra perturbazioni primordiali di tipo tensoriale (onde gravitazionali) e scalare (fluttuazioni di densità) pari a 0.015 ad un livello di confidenza pari al 95%.

VITA DA DOTTORANDO

ASPETTATIVA



- LAVORA
- VITA SOCIALE
- DORMI

REALTA'



- LABORATORIO
- LEGGI
- SCRIVI
- ANALIZZA
- INSEGNA
- "MA CHE È?"
- PIANIFICA
- IMPANICATI
- RILEGGI
- "OH NO"
- PIANGI
- RINUNCIA
- RINUNCIA A RINUNCIARE
- TANTA ANSIA
- "MI FIRMERÒ DOTTORE!"

TESI DOTTORATO

In questa sezione trovano spazio gli estratti delle Tesi di Dottorato, discusse nell'anno solare 2021, sottomessi dalle Dottoresse e dai Dottori di Ricerca, facenti parte della comunità scientifica del Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata", che hanno aderito all'iniziativa.

Fisica

Astronomy, Astrophysics and Space Science

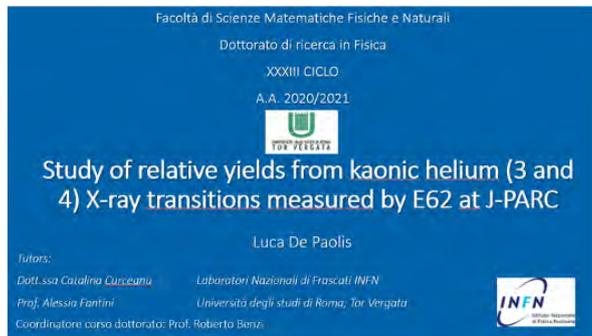


STRING SCATTERING AMPLITUDES IN ORIENTIFOLDS: THE ROLE OF THE REAL PROJECTIVE PLANE



Lo scopo della Teoria delle Stringhe è descrivere la dinamica e le interazioni di tutte le particelle conosciute e la possibilità di fornire un quadro unificante tra queste ultime e la gravità. Finora gli esperimenti sulle particelle non sono in grado di confermare o smentire in maniera decisa la validità

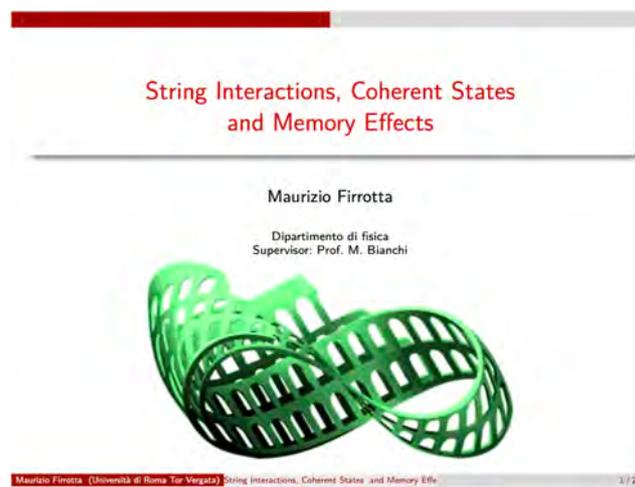
della Teoria delle Stringhe. Un po' di luce sulla questione la potrebbe gettare la nuova frontiera degli interferometri come LIGO/VIRGO e altri prossimi esperimenti, per la rivelazione di onde gravitazionali perché sono in grado di fornire informazioni su oggetti astrofisici estesi e compatti come stelle di neutroni e buchi neri. Parallelamente la teoria delle stringhe fornisce diversi modi (teorici) per mimare oggetti estesi compatti e le loro interazioni attraverso il calcolo delle ampiezze di scattering di stringa. Il calcolo delle ampiezze di scattering di stringa permette di indagare le interazioni tra gli stati di stringa. Nella teoria delle perturbazioni di stringa, le interazioni, sono rappresentate da superfici bidimensionali compatte, orientate o non-orientate, con o senza bordo. Nelle teorie di stringa orientata solo le superfici orientate entrano nei calcoli che a livello albero sono la sfera (S^2) e il disco (D^2). Mentre nelle teorie di stringa non orientata (orientifold), nei calcoli di ampiezza di scattering si aggiungono le superfici non orientate. In particolare a livello albero una superficie come il piano proiettivo (RP^2), deve essere considerata alla pari delle superfici orientate. Tenendo presente questo "principio di uguaglianza", in questa tesi viene studiato il ruolo svolto dall' RP^2 in due contesti specifici, permettendo così di estendere a questa superficie tecniche e calcoli in teoria delle stringhe già precedentemente affrontati da altri autori.

STUDY OF RELATIVE YIELDS FROM KAONIC HELIUM
(3 AND 4) X-RAY TRANSITIONS MEASURED BY E62 AT
J-PARC

I kaoni sono mesoni (particelle composte da coppie quark-antiquark) che contengono il quark strange (s). Gli atomi kaonici si formano quando un kaone negativamente carico (K^-) è catturato da un atomo e rimpiazza un elettrone in un

livello energetico, per via dell'interazione elettromagnetica con il nucleo atomico. Negli atomi kaonici, l'interazione nucleare forte kaone-nucleo deforma la struttura atomica, producendo uno shift energetico e un aumento della larghezza nei livelli energetici più interni. Gli atomi kaonici leggeri permettono di studiare l'interazione nucleare forte kaone-nucleone a bassa energia e la fisica nucleare nel settore "strange", attraverso la spettroscopia a raggi X. L'esperimento E62, svolto al J-PARC in Giappone, ha misurato i raggi X provenienti dalle transizioni atomiche del K^- aventi come orbitale di arrivo il $2p$, negli atomi $K^- - He_{3,4}$ prodotti attraverso la collisione tra un fascio di K^- ed un bersaglio contenente He_3 ed He_4 liquidi. Attraverso l'uso del linguaggio ROOT ho estratto gli spettri energetici acquisiti dai rivelatori ed ho operato una selezione dei dati sfruttando camere a drift e contatori installati per monitorare i kaoni lungo la linea di fascio. La selezione ha permesso di evidenziare maggiormente i picchi delle transizioni verso il livello $2p$, negli atomi $K^- - He_{3,4}$. Una procedura di fit, da me ideata ed applicata, ha permesso l'estrazione dei valori di shift del livello $2p$ negli atomi $K^- - He_{3,4}$ e la misura dei rendimenti relativi delle transizioni verso il livello che forniscono vincoli per i modelli di cascata atomica del kaone e sono una solida base di riferimento per i futuri esperimenti sull'elio kaonico.

STRING INTERACTIONS, COHERENT STATES AND MEMORY EFFECTS



Lo studio delle interazioni fondamentali con l'inclusione della gravità quantistica è ben descritto dalla teoria delle stringhe. Nella tesi di dottorato sono stati studiati processi di decadimento ed urto tra particelle e buchi neri, nel linguaggio della teoria delle stringhe,

costruendo particelle composte come stati coerenti. La costruzione degli stati coerenti si basa sulla quantizzazione Di Vecchia-Del Giudice-Fubini (DDF) della stringa che definisce l'algebra generatrice di spettro (SGA) della teoria attraverso gli operatori DDF. Inizialmente l'utilizzo degli stati coerenti è stato applicato per studiare i processi di scattering nella teoria di stringa Bosonica. Successivamente si è esteso lo studio dei suddetti processi di scattering nelle teorie di Superstringa, dove la tecnologia legata alla costruzione e formulazione degli stati coerenti di Superstringa è totalmente originale ed innovativa. Con questi studi preliminari, l'identificazione dello stato del buco nero come stato di stringa speciale può essere ottenuta dal comportamento di Regge (guardando alla massa e allo spin) $Spin = k \text{ Massa}^2 + cost$, cioè scegliendo uno stato di spin elevato o equivalentemente uno stato molto massivo. Dal punto di vista dell'entropia del buco nero, la degenerazione degli stati della stringa, per massa asintoticamente grande, può essere calcolata utilizzando sofisticate tecniche combinatorie ed il rispettivo calcolo dell'entropia è in accordo con l'entropia BH nella relatività generale in cui ci si aspetta correzioni quantistiche derivante dalla precisa (non solo qualitativa ma anche quantitativa) identificazione della relatività generale nella teoria delle stringhe. Sviluppando tale tecnologia è stato possibile rilevare signature di stringa nelle onde elettromagnetiche e gravitazionali, interpretate come effetti di memoria elettromagnetica e gravitazionale.



CHARACTERIZATION OF COMPACT OBJECTS FROM STRING THEORY AND GENERAL RELATIVITY

Characterization of Compact Objects
from String Theory and General Relativity

Alfredo Grillo^{1,2}

¹Università di Roma Tor Vergata, ²INFN Roma 2

4/10/2021



1 / 39

I buchi neri sono tra le soluzioni più semplici delle equazioni di campo di Einstein, eppure producono alcuni dei paradossi più interessanti della moderna fisica teorica. In questa tesi analizzo un'ampia gamma di spazi-tempo (geometrie) singolari e regolari utilizzando

strumenti forniti dalle teorie di campo classiche e quantistiche. I primi due capitoli sono dedicati ad una breve rassegna della fisica dei buchi neri e della teoria delle stringhe, con una menzione delle soluzioni di D-brane in supergravità e di geometrie lisce e senza orizzonte (microstati) che emergono nel contesto del Fuzzball proposal. Nel capitolo 3 studio orbite fotoniche chiuse, o anelli di fotoni, tipiche di geometrie che descrivono oggetti compatti. In particolare analizzo il coefficiente di instabilità (esponente di Lyapunov) di tali orbite per comprendere la sua relazione con il caos in teorie di campo quantistico duali alla gravità. Nel capitolo 4 indago la struttura multipolare di una classe di geometrie di microstato quadridimensionali asintoticamente piatte, mostrando come speciali rapporti multipolari sono tipicamente maggiori di quelli di un buco nero con la stessa massa e momento angolare. Nel capitolo 5 studio l'emissione di eco gravitazionali da parte di geometrie di microstato attraverso strumenti analitici e computazionali, il cui ritardo è determinato dalla dimensione caratteristica della geometria compatta. Infine nel capitolo 6 impiego una connessione esistente tra teorie di campo supersimmetriche ed equazioni che descrivono la perturbazione di uno spazio-tempo curvo nel contesto di un'ampia varietà di geometrie, calcolando in particolare le frequenze quasi normali di una perturbazione scalare del buco nero carico e rotante di Kerr-Newman.

SEARCH FOR FLAVOUR-CHANGING NEUTRAL-CURRENT TOP QUARK DECAYS TO c -QUARK AND Z BOSON USING THE ATLAS DETECTOR AT THE LHC

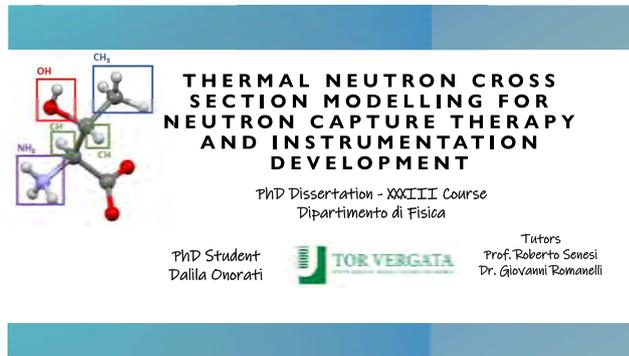


L'obiettivo principale di questa tesi è la ricerca del processo $t \rightarrow Zc$ nei dati delle collisioni protone-protone raccolti dal rivelatore ATLAS, situato al Large Hadron Collider (LHC) al CERN di Ginevra. I processi di fisica che coinvolgono correnti neutre con cambiamento di sapore (Flavour-Changing-Neutral-

Current, o FCNC) sono interazioni deboli mediate dal bosone Z , neutro, che provocano il cambiamento di sapore di un fermione senza modificarne la carica. Tali processi sono vietati al tree-level (decadimento diretto) e altamente soppressi al loop-level (diagramma a pinguino), motivo per cui sono fenomeni molto rari nel Modello Standard della fisica delle particelle. Tuttavia, essi hanno una maggiore probabilità di verificarsi in diverse teorie oltre il Modello Standard in cui la soppressione potrebbe essere rilassata ed i diagrammi a loop potrebbero essere mediati da nuovi bosoni non ancora osservati sperimentalmente. In questa tesi, i decadimenti FCNC del quark top $t \rightarrow Zc$ vengono ricercati negli eventi di produzione di una coppia $t\bar{t}$ con un quark top che decade attraverso il canale $t \rightarrow Zc$ e l'altro attraverso la modalità dominante del Modello Standard $t \rightarrow Wb$. I dati analizzati sono stati raccolti nel periodo 2015-2018 ad un'energia del centro di massa di $13 TeV$ e corrispondono all'intero set di dati di Run-2 con una luminosità integrata di $139 fb^{-1}$. I risultati ottenuti sono coerenti con i processi di background del Modello Standard e, ad un livello di confidenza del 95%, l'analisi fissa i limiti superiori osservati (previsti) a 11.8×10^{-5} (9.5×10^{-5}) sul rapporto di ramificazione (Branching Ratio) del processo $t \rightarrow Zc$, costituendo il limite più stringente fino ad oggi e migliorando i precedenti risultati dell'esperimento ATLAS di un fattore di 2 (2.5).



THERMAL NEUTRON CROSS SECTION MODELLING FOR NEUTRON CAPTURE THERAPY AND INSTRUMENTATION DEVELOPMENT



Conoscere l'interazione dei neutroni con la materia è essenziale per la modellazione di molteplici sistemi che hanno impatto in vasti campi della scienza e della società moderna, dalla fisica dei

moderatori fino al campo della fisica medica. Per tutte queste applicazioni la sezione d'urto è il parametro cruciale. L'idea di questo progetto di dottorato è dimostrare che la sezione d'urto di scattering, dominata dal contributo inelastico incoerente degli atomi di idrogeno, può essere razionalizzata in termini di contributi medi di differenti gruppi funzionali come il CH , CH_2 o OH che costituiscono la molecola, trascurando la loro correlazione. Questi risultati possono essere utilizzati per la modellazione delle sezioni d'urto totali dei neutroni di sistemi organici complessi come proteine o muscoli a partire da un numero limitato di parametri iniziali. Questa semplificazione è di fondamentale importanza per la messa a punto di simulazioni di trasporto utilizzate in applicazioni mediche come la Boron Neutron Capture Therapy che sfrutta la reazione di cattura neutronica degli atomi di Boro quando vengono irraggiati con neutroni termici. Questa ricerca fornisce alla comunità un modello semplificato per il calcolo di sezioni d'urto termiche per venire incontro all'esigenza di conoscere questa proprietà di scattering, senza dover ricorrere a capacità di simulazioni ab-initio o codici di calcolo complessi, ma semplicemente sommando il contributo medio dell'idrogeno nei diversi gruppi funzionali. Con questo metodo, tutto quel che serve per calcolare la sezione d'urto neutronica di un nuovo materiale ricco di idrogeno, è rintracciare la sua formula chimica, di fatto non contribuendo ad ampliare una singola libreria, ma creando uno strumento per costruirne molte.

MESOSCALE DYNAMICS AND PLASTICITY OF SOFT-MATERIALS

MESOSCALE DYNAMICS AND
PLASTICITY OF SOFT-MATERIALS

FRANCESCA PELUSI

Philosophiae Doctor Thesis in Physics
XXXIII ciclo

Ph.D. Coordinator: Prof. Roberto Benzi

Ph.D. Supervisor: Prof. Mauro Sbragaglia

A.A. 2019/2020

05/01/22

Francesca Pelosi - University of Rome Tor Vergata

1

In questo lavoro di tesi, abbiamo indagato le proprietà dinamiche dei materiali soffici (MS), come emulsioni, schiume e gel, di cui riconosciamo le applicazioni della nostra vita quotidiana: i prodotti alimentari,

cosmetici, farmaceutici, e le vernici ne sono un esempio. La dinamica non triviale e la reologia (ovvero la risposta ad una sollecitazione esterna) di questi materiali ha origine nella loro complessa struttura interna: essi sono infatti formati da costituenti elementari (detti domini soffici), per esempio di olio, dispersi in una matrice continua, come per esempio l'acqua. Nei MS il meccanismo di fluidizzazione è generato dall'occorrenza dei cosiddetti riarrangiamenti plastici, ovvero cambiamenti configurazionali della struttura topologica del materiale. Al variare della sollecitazione meccanica, differente è a sua volta l'innescò di questi riarrangiamenti. In questa tesi di dottorato, è stata studiata la dinamica dei MS quando sottoposti a diverse sollecitazioni meccaniche, ovvero una sollecitazione interna (generata da moti interni legati alla natura fuori dall'equilibrio dei MS), esterna (stimolata dall'applicazione di una forza) o dinamica (innescata dalla presenza di un campo di temperatura eterogeneo). Lo scopo è stato quello di caratterizzare le proprietà dinamiche dei MS nei diversi casi, utilizzando come strumento la simulazione numerica con metodi lattice Boltzmann termici. Gli aspetti affascinanti di questi modelli sono la possibilità di esplorare tutte le scale del moto (nanoscopica, mesoscopica, e macroscopica) e la grande varietà di fenomeni fisici che permettono di esplorare.



NANOSTRUCTURED MATERIALS FOR PHOTODETECTOR APPLICATIONS



Il rivelamento della luce è fra gli argomenti di ricerca più estesi e studiati negli ultimi decenni. Grazie a tale impegno scientifico e tecnologico, attualmente i photodetector (PD), sono ampiamente

utilizzati sia nella vita quotidiana che nelle attività di ricerca, diventando dispositivi imprescindibili. Di conseguenza, la loro richiesta di mercato è molto alta. Finora hanno dominato i PD realizzati in silicio, il quale, grazie alle sue proprietà fisiche è alla base dell'elettronica odierna. Negli ultimi decenni sono però emersi i materiali nanostrutturati, i quali presentando caratteristiche uniche, possono essere sfruttati con grande vantaggio. Infatti, è previsto che in un prossimo futuro, essi saranno integrati nell'elettronica attuale come elemento base di una nuova generazione di dispositivi. L'uso di materiali a bassa dimensionalità, con eccellenti proprietà optoelettroniche, è il fulcro di questo lavoro di tesi che prevede la sintesi e la caratterizzazione di alcuni materiali nanostrutturati, la progettazione e la fabbricazione di PD basati sull'etero giunzione nanomateriale/*Si*, la misurazione e l'ottimizzazione delle loro prestazioni per renderli attraenti da un punto di vista industriale per la loro grande versatilità di utilizzo. Lo scopo è ottenere un singolo dispositivo ottimizzato in grado di rilevare la luce ad ampio spettro, dall'ultravioletto (UV) all'infrarosso (IR), con una risposta rapida dell'ordine di qualche nanosecondo e con un'elevata sensibilità. In questa tesi è stato dimostrato lo sviluppo di PD basati sull'etero giunzione tra silicio e grafene, film sottili di nanotubi di carbonio a singola parete e film sottili di un materiale isolante topologico, il seleniuro di bismuto, Bi_2Se_3 .

SOUNDING THE SOLAR ATMOSPHERE: FROM SYNOPTIC TELESCOPE DESIGN TO GRAVITY WAVES DETECTION



La comprensione dei precursori dello Space Weather (SW, Meteo Spaziale) costituisce un aspetto cruciale per la fisica solare e stellare e per la realizzazione di servizi di protezione della nostra tecnologia. Le

osservazioni continue di più righe spettrali del Sole possono essere utilizzate per dedurre la struttura 3D del campo magnetico e la dinamica solare per studiare e prevedere eventi di SW, come i flares, le espulsioni di massa coronaria e le particelle energetiche solari. In questo lavoro di tesi ho affrontato il problema dell'attività solare e i precursori degli eventi meteorologici spaziali con un duplice approccio. Prima ho lavorato allo sviluppo del Tor vergata Synoptic Solar Telescope (TSST), una nuova struttura robotica e compatta che osserverà continuamente il Sole fornendo tre tipi di mappe dell'intero disco solare: immagine cromosferica (riga $H\alpha$), mappe di velocità e di campo magnetico (riga del potassio): il canale nel potassio è basato sui filtri magneto-ottici (MOF). Ho collaborato all'assemblaggio delle ottiche del telescopio sul banco ottico del Laboratorio di Fisica Solare di Tor Vergata, ho qualificato spettralmente i MOF (in collaborazione con l'Osservatorio di Napoli), ho acquisito la prima luce del TSST e infine ho migliorato e testato una pipeline di riduzione dati per telescopi basati sui MOF. Come secondo aspetto, ho analizzato mappe di velocità di telescopi da terra (per esempio, MOTH) e ad alta risoluzione da strumenti spaziali (SDO/HMI e SOT/Hinode), per studiare il modello complesso di oscillazioni acustiche e di gravità presenti nell'atmosfera solare (fotosfera e cromosfera). A questo scopo, ho anche sviluppato un modello numerico 3D della propagazione delle onde di gravità solari e una nuova tecnica di rivelazione di queste onde.

FAST SIMULATIONS OF COSMOLOGICAL FIELDS

**FAST SIMULATIONS
OF COSMOLOGICAL FIELDS**

FEDERICO TOSONE

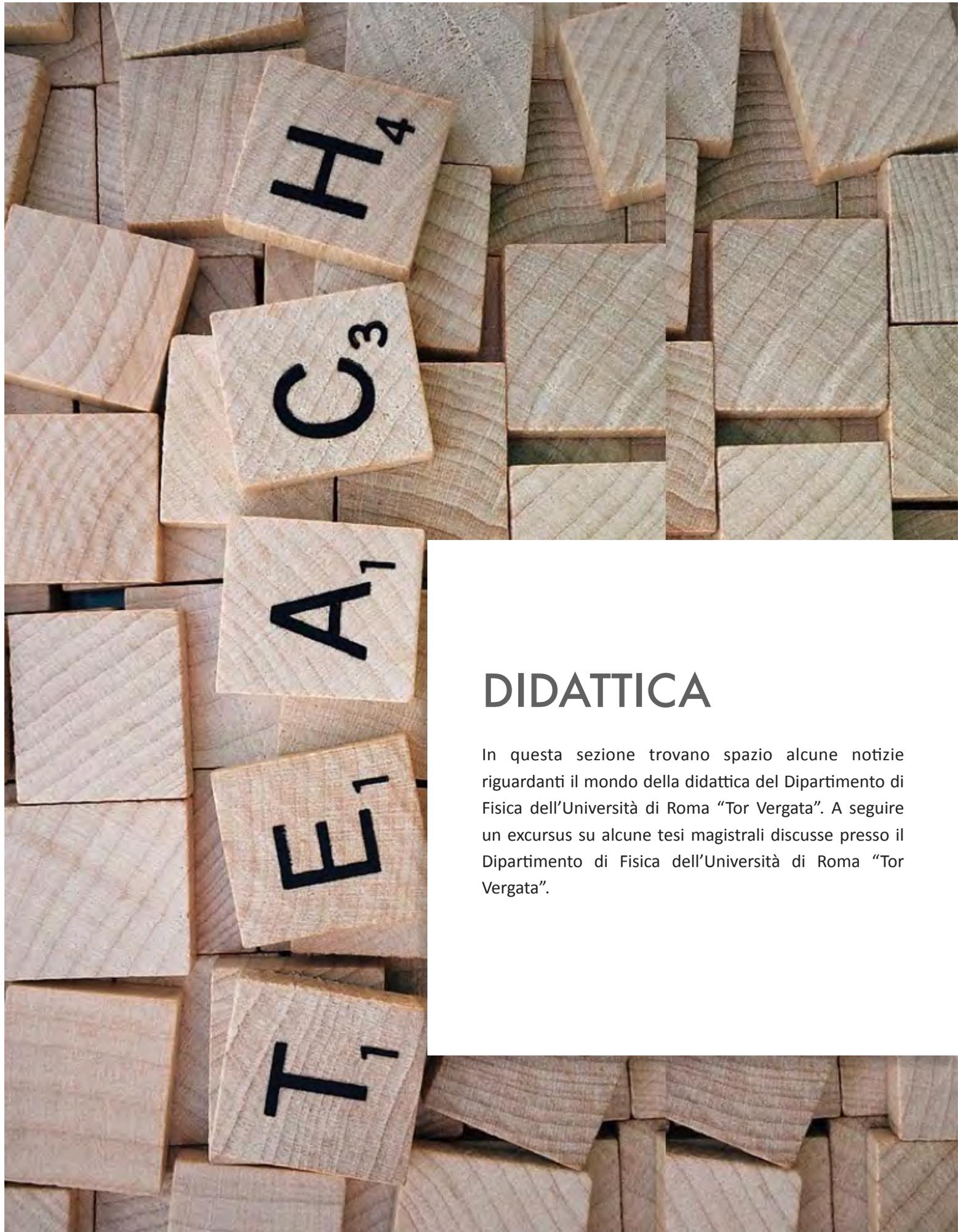
 IN COLLABORATION WITH
 MARK NEYRINCK, BEN GRANETT,
 LUIGI GUZZO, NICOLA VITTORIO

01/03/2021



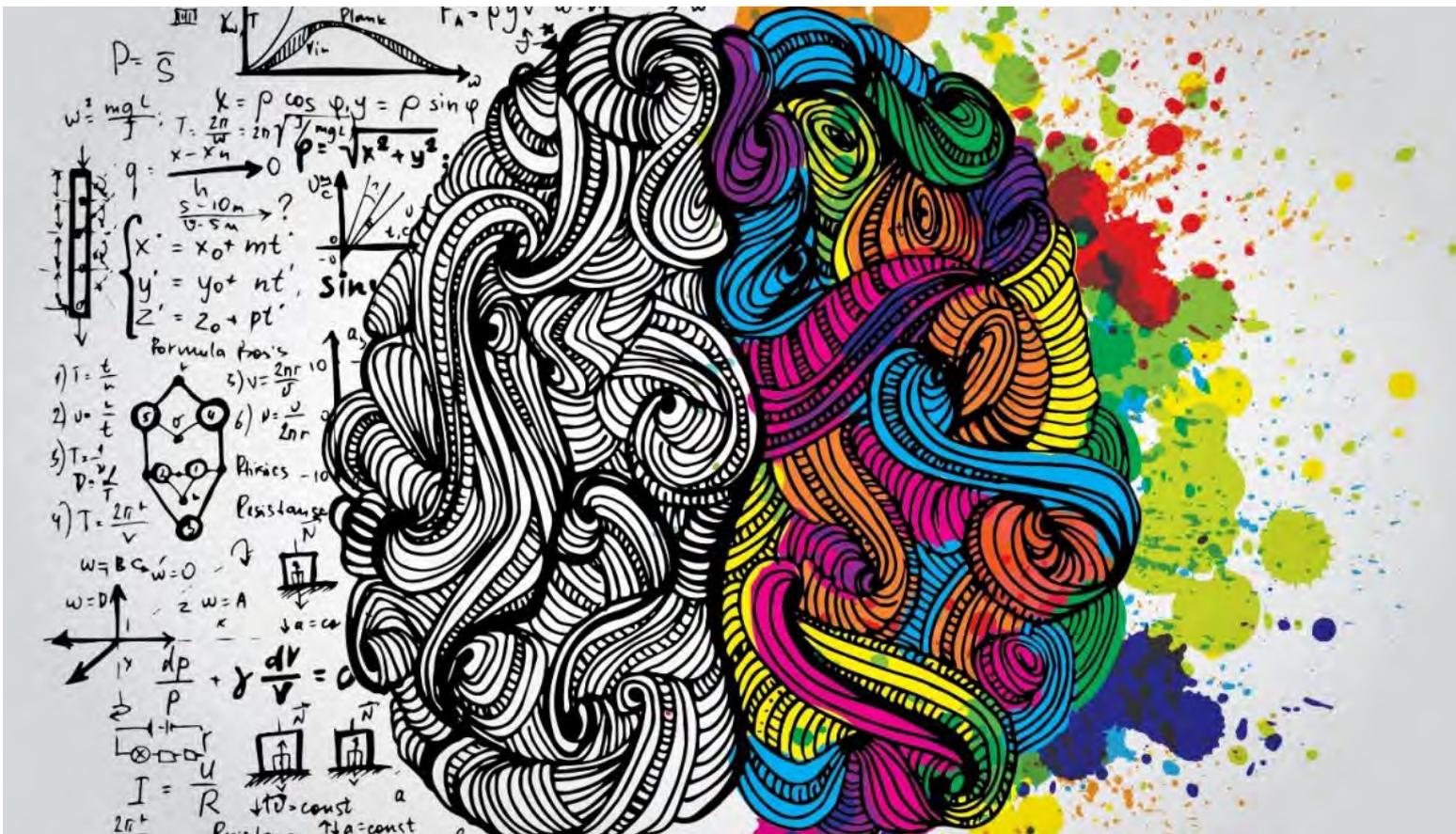
Una delle maggiori sfide per il successo delle future indagini cosmologiche è essere in grado di derivare previsioni accurate per la distribuzione delle galassie, che abbraccino un'ampia gamma di modelli cosmologici e condizioni iniziali del nostro Universo. Sebbene la distribuzione di

massa della materia oscura, tracciata dalle galassie, può essere calcolata con elevata precisione tramite codici a N -corpi, il loro costo computazionale limita lo spazio parametrico da cui queste simulazioni possono essere generate, e quindi la nostra capacità di analizzare i dati delle future missioni cosmologiche. Questo giustifica perché, nell'era della cosmologia di precisione, cerchiamo di sviluppare veloci emulatori della distribuzione di massa della materia oscura, alternativi ai codici numerici esatti. Gli emulatori generalmente si basano sulla teoria delle perturbazioni Lagrangiane per descrivere l'evoluzione della materia oscura nell'Universo, che fornisce soluzioni per gli spostamenti di particelle autogravitanti per condizioni iniziali gaussiane. Tali soluzioni possono essere molto precise per simulazioni a bassa risoluzione, ma diventano inaffidabili a più alta risoluzione. In questo lavoro, ho determinato una nuova prescrizione per lo spostamento delle particelle di materia oscura, che tiene conto che le sovradensità di massa, rilevate ad una certa risoluzione nelle condizioni iniziali, dovrebbero collassare in aloni di materia oscura. Ciò rende possibile migliorare le teorie perturbative per riprodurre la dinamica gravitazionale su scale più piccole. Diventa quindi possibile generare molteplici cataloghi di galassie, utili per le future missioni cosmologiche, con una statistica più fedele al risultato numerico esatto.



DIDATTICA

In questa sezione trovano spazio alcune notizie riguardanti il mondo della didattica del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata". A seguire un excursus su alcune tesi magistrali discusse presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata".



NEWS

MASSIMO RISULTATO PER IL DIPARTIMENTO DI FISICA DELL'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ROMA "TOR VERGATA"



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



Il Dipartimento di Fisica conduce con successo l'Università degli studi di Roma "Tor Vergata" all'assegnazione di un Grant prestigioso, in risposta alla call Erasmus Mundus Joint Masters (ERASMUS-EDU-2021-PEX-EMJM-MOB) con un progetto risultato più che convincente. Il progetto MASS (Master in Astrophysics and Space Science) è, nello specifico, un Erasmus+ Joint Master Program in Astrofisica e Scienze Spaziali, finanziato per sei anni dall'UE. Il progetto MASS vede la partecipazione sinergica dell'Università di Belgrado, l'Università di Brema, l'Università Nizza-Costa Azzurra e come leader l'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata". Responsabile del progetto MASS è il Prof. Nicola Vittorio, Professore Ordinario di Astronomia e

Astrofisica presso il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata".

BANDO DI CONCORSO PER L'ASSEGNAZIONE DI 25 BORSE DI STUDIO PER MERITO



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



Il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata", ad integrazione degli interventi ministeriali relativi agli incentivi alle iscrizioni a Corsi di studio inerenti ad aree disciplinari di particolare interesse nazionale e Piano Lauree scientifiche, promuove per l'a.a.2021/2022 la selezione per l'assegnazione di n. 25 borse di studio per merito a favore di studenti che si iscrivono al primo anno dei corsi attivati nella classe L-30 di Fisica o di Scienza dei Materiali. Possono partecipare alla selezione gli studenti regolarmente iscritti nell'a.a.2021/2022 al primo anno del Corso di Laurea in Fisica o del Corso di Laurea in Scienza dei Materiali e che abbiano conseguito il Diploma di istruzione secondaria di secondo grado di durata quinquennale con una votazione non inferiore a 80/100.

UN RACCONTO CHIAMATO: DIPARTIMENTO DI FISICA DELL'UNIVERSITÀ DI ROMA TOR VERGATA



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



Sono on-line i primi 5 video di orientamento alla scelta universitaria che presentano le diverse tematiche di ricerca portate avanti dal Dipartimento di Fisica dell'università degli Studi di Roma "Tor Vergata" e gli insegnamenti ad essi collegati e disponibili nei corsi di laurea offerti. L'iniziativa è svolta nell'ambito delle attività svolte dal PLS-Fisica di Roma "Tor Vergata".

PHD PROGRAM IN "ASTRONOMY, ASTROPHYSICS AND SPACE SCIENCE"



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it

PhD program in
Astronomy, Astrophysics
and Space Science



Grande successo per il Bando del XXXVII Ciclo del Corso di Dottorato in "Astronomy, Astrophysics and Space Science-AASS". Oltre 150 domande sono state presentate da candidati italiani e stranieri, molti dei quali aventi un ottimo profilo scientifico. Il Corso di Dottorato AASS (il cui Coordinatore è il Prof. Nicola Vittorio) è in convenzione tra il Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata", il Dipartimento di Fisica di Sapienza Università di Roma e l'Istituto Nazionale di Astrofisica-INAf.

SEEDSCIENCE - CORSO DI FORMAZIONE ON-LINE



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



SeedScience

Il Progetto SeedScience, coordinato dalla Prof.ssa Anna Sgarlata del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata", ha attivato un corso di formazione online con l'obiettivo di fornire spunti e competenze ad insegnanti di scienze (scuola secondaria di I e II grado) di 3 Paesi africani (Ghana, Uganda, Tanzania) per proporre le materie scientifiche in modo efficace, divertente, coinvolgente, sostenibile e a basso costo. Il progetto "SeedScience - la conversione digitale", promosso dall'Università degli studi di Roma "Tor Vergata" con il contributo del Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale, si svolgerà tra giugno e settembre e coinvolgerà giovani under 30 italiani e africani in un percorso di formazione, scambio interculturale e crescita condivisa.

GIORNATA DI ORIENTAMENTO ALLA SCELTA UNIVERSITARIA



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



Il giorno 11 maggio 2021 si tiene la "Giornata di orientamento alla scelta universitaria in Fisica e Fisica dell'Atmosfera, del Clima e della Meteorologia", organizzata nell'ambito delle azioni del Piano Lauree Scientifiche-Fisica. Durante l'Incontro, rivolto esclusivamente agli studenti dell'ultimo anno delle scuole secondarie, vengono presentate le principali linee di ricerca ed i principali progetti nei quali sono coinvolti i ricercatori del Dipartimento di Fisica. La giornata ha inoltre lo scopo di fornire indicazioni sui curricula di studio previsti, sulle modalità di insegnamento ed in generale sulla vita universitaria presso il nostro Ateneo. Responsabile del PLS-Fisica è il Prof. Francesco Berrilli.

OFFICE OF ASTRONOMY FOR EDUCATION



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



L'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata" (coordinata dal Dipartimento di Fisica) è partner, insieme all'Istituto Nazionale di Astrofisica-INAf (capofila del progetto) e alla Società Astronomica Italiana-SAI, dell'Italy Office of Astronomy for Education (I-OAE) della International Astronomical Union-IAU. Scopo primario del progetto dell'OAE è quello di utilizzare l'astronomia - una scienza con un fascino quasi universale - come strumento per migliorare l'istruzione in tutto il mondo, in particolare nelle materie sempre più importanti della scienza, della tecnologia, dell'ingegneria e della matematica. Ad oggi quindi quello italiano è il primo OAE-Supporting Center dopo quello istituito nel dicembre 2019 presso la Haus der Astronomie di Heidelberg, in Germania, e svolgerà un ruolo importante come snodo principale dei paesi nel mediterraneo, contribuendo a rafforzare le competenze dell'OAE nell'educazione all'astronomia per gli alunni delle scuole primarie.

DALLA GALASSIA ALLA SCUOLA PRESSO IL LICEO SCIENTIFICO STATALE "GIUSEPPE PEANO"



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



Il Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata" partecipa, con il supporto del PLS-Fisica, al progetto di PCTO Dalla Galassia alla scuola: i raggi cosmici per un percorso didattico in Fisica organizzando alcune lezioni che tratteranno dell'origine, propagazione, rivelazione e misura dei

Raggi Cosmici Galattici. Il progetto avvicinerà gli studenti delle scuole secondarie di secondo grado ai concetti di fisica moderna collegando nel contempo il mondo delle grandi scale a quello delle piccole scale e collegandoli a concetti di base della fisica studiata negli ultimi anni di Liceo.

CORSI DI DIDATTICA DELLA FISICA 24 CFU



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



Il 25 Febbraio 2021 si tiene la presentazione dei corsi Esperimenti didattici per la fisica classica e moderna della Prof.ssa Anna Sgarlata e Fondamenti di didattica della fisica del Prof. Francesco Berrilli, entrambi del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata". I due docenti espongono il contenuto e

l'organizzazione dei corsi agli studenti interessati e inquadrati nel percorso dei 24 CFU.

ORIENTAMENTO



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it

Nel mese di Febbraio 2021, il Dipartimento di Fisica organizza quattro appuntamenti di orientamento in ingresso per gli studenti del quinto anno



della scuola secondaria di secondo grado interessati ai Corsi di Laurea e Laurea Magistrale in Fisica. Gli incontri si tengono online ogni mercoledì dal 3 al 24 febbraio, e coprono tutte le aree di ricerca del Dipartimento.

BIGDATA PRESSO IL LICEO GULLACE



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



Il Dipartimento di Fisica e il Dipartimento di Economia dell'Università di Roma "Tor Vergata" partecipano al progetto di PCTO Big Data del Liceo Gullace di Roma. Il percorso mira a fornire agli studenti delle scuole secondarie di secondo grado gli strumenti, sia dal punto di vista economico che fisico, per analizzare, estrapolare e mettere in relazione un'enorme mole di dati eterogenei, strutturati e non strutturati, allo scopo di scoprire le correlazioni tra fenomeni diversi e prevedere quelli futuri.



TESI MAGISTRALI

In questa sezione trovano spazio gli estratti delle Tesi Magistrali, discusse nell'anno solare 2021, sottomessi dalle Dottoresse e dai Dottori Magistrali, facenti parte della comunità scientifica del Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata", che hanno aderito all'iniziativa.

Fisica

TESI MAGISTRALI

DOTTORESSA
MAGISTRALE

CALASCIBETTA
CHIARA

DOTTORE
MAGISTRALE

DE SANTIS
ALESSANDRO



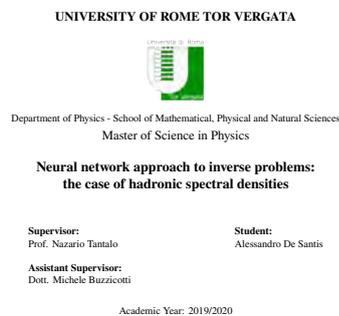
ALGORITMI DI REINFORCEMENT LEARNING PER IL CONTROLLO DELLA DINAMICA DI PIÙ AGENTI IN FLUSSI CAOTICI



In questo lavoro abbiamo proposto l'implementazione di un algoritmo di Reinforcement Learning (RL) al fine di controllare la dispersione tra particelle che evolvono in un campo di velocità stocastico, in presenza di caos Lagrangiano. In particolare, abbiamo considerato delle particelle (agenti) in grado di assumere un controllo sulla propria dinamica che permettesse di raggiungere più obiettivi contemporaneamente, ovvero volevamo sia minimizzare l'energia spesa per il controllo della navigazione che massimizzare il tempo totale in cui gli agenti riuscivano a restare vicini.



NEURAL NETWORK APPROACH TO INVERSE PROBLEMS: THE CASE OF HADRONIC SPECTRAL DENSITIES



Nella tesi si sviluppa un approccio model-independent basato sulle reti neurali per il calcolo di densità spettrali a partire da funzioni di correlazione calcolate in simulazioni di reticolo, un problema inverso mal posto. Le densità spettrali consentono il calcolo diretto di osservabili in fisica delle particelle nel regime non perturbativo. La rete è allenata con un apprendimento supervisionato su un dataset costruito con funzioni generate nello spazio di Chebyshev. La performance della rete, testata su dati finti e su veri correlatori, è ottima e confrontabile con altri metodi numerici.

TESI MAGISTRALI

DOTTORE
MAGISTRALE

FOFFI
MASSIMILIANO

DOTTORE
MAGISTRALE

SOCCODATO
DANIELE



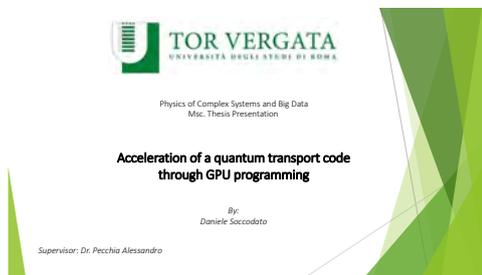
DEVELOPMENT OF LARGE SCALE ANALYSIS TECHNIQUES FOR FEATURE EXTRACTION IN ANCIENT MANUSCRIPTS OF THE VATICAN APOSTOLIC LIBRARY



Gli antichi manoscritti sono testimoni della storia della nostra civiltà e la loro trasformazione in formato digitale offre numerosi vantaggi di preservazione e di consultazione. L'obiettivo di questo lavoro di tesi è lo sviluppo di un algoritmo che estragga rapidamente e con efficienza le caratteristiche di impaginazione di 1657 manoscritti dal fondo dei Vaticani Latini prodotti tra il VI e il XVI secolo e conservati e digitalizzati dalla Biblioteca Apostolica Vaticana. L'analisi dei dati ottenuti permette di validare la metodologia e di studiare l'evoluzione di queste caratteristiche.



OPTIMIZATION OF A QUANTUM TRANSPORT CODE THROUGH GPU PROGRAMMING



La tesi è finalizzata ad accelerare attraverso l'uso di Schede Grafiche (GPUs) un codice di trasporto quantistico, che simula il trasporto di carica in dispositivi molecolari e su nanoscala, utilizzando lo strumento matematico delle funzioni di Green al Non Equilibrio. Vengono presentati i vantaggi di questo particolare metodo, nonché le problematiche che motivano l'utilizzo delle GPU per ottimizzarlo. Il test viene eseguito su strutture rilevanti per le moderne tecnologie fotovoltaiche. I risultati sono incoraggianti, con accelerazioni che si spingono fino a un fattore di poco superiore a $7 \times$.



TERZA MISSIONE

Le attività di Terza Missione del Dipartimento di Fisica si concentrano soprattutto nell'area del Public Engagement con un'intensa attività di formazione rivolta agli insegnanti della scuola secondaria di I e II grado - ad esempio nell'ambito del Piano Lauree Scientifiche (PLS) - e di divulgazione scientifica



TERZA MISSIONE

PRIMA GIORNATA NAZIONALE DELLO SPAZIO



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it

 **ScienzeImpresa**



L'Associazione ScienzeImpresa del Dipartimento di Fisica partecipa alla Prima Giornata Nazionale dello Spazio: a partire dal 2021, il 16 dicembre di ogni anno sarà celebrata la Giornata Nazionale dello Spazio. Istituita con Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 14 ottobre per celebrare il lancio del primo satellite italiano, il San Marco 1, avvenuto il 15 dicembre del 1964, evento che permise all'Italia di rientrare tra i primi Paesi al mondo a superare

l'atmosfera terrestre. Per l'occasione sono state chiamate ad attivarsi tutte le realtà nazionali, nell'ambito delle diverse competenze, nell'organizzazione di iniziative di comunicazione e sensibilizzazione sul settore spaziale, coinvolgendo anche enti di ricerca, università, musei e

aziende di tutta la penisola, che apriranno le porte al pubblico con diverse attività nel corso della giornata.

FUMETTISTICA, C'È FISICA NEI FUMETTI"



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



Il Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata" ha pubblicato, con EA Edizioni Anicia, il volume *FumettIStICA: C'è Fisica nei Fumetti!* Il libro raccoglie una serie di frizzanti vignette, dedicate a personaggi del mondo della Fisica e della Scienza, apparse negli ultimi mesi sui canali social del dipartimento. Le strip sono state realizzate da una giovane disegnatrice - Eleonora Marra - e il volume è rivolto a chiunque abbia la curiosità di apprezzare, in piccolissime pillole come solo il fumetto sa fare, aneddoti di scienziate e scienziati che hanno popolato vari secoli della civiltà umana in contesti storici e culturali diversi. Il fumetto, al di là dell'intrattenimento visivo, ha assunto nel tempo un significato più alto e il suo messaggio figurativo, spesso, incoraggia alla riflessione e induce il lettore ad approfondimenti. Con questo intento il libro viene distribuito alle studentesse e agli studenti, delle scuole secondarie di secondo grado, che partecipano agli eventi promossi dal Dipartimento di Fisica.

SUNDAY



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



L'Associazione ScienzImpresa del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata" dedica una giornata agli oggetti più luminosi del nostro cielo: il Sole e la Luna. Divulgazione scientifica, approfondimenti ed osservazioni astronomiche al telescopio. Un'occasione per ammirarli contemporaneamente nella meravigliosa cornice del Parco Regionale dell'Appia Antica.

RIVISTA ANNUALE DEL DIPARTIMENTO



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



È stata pubblicata, da EA Edizioni Anicia, la Rivista Annuale del Dipartimento di Fisica (anno 2020) curata dai Dott. Alice Aldi, Giordano Amicucci, Laura Calconi e Liù M. Catena. “Le attività didattiche, di ricerca e di terza missione del Dipartimento di Fisica dell’Università degli Studi di Roma “Tor Vergata”, raccolte nella Rivista 2020, evidenziano un ambiente dinamico, innovativo, internazionale e interdisciplinare che quotidianamente accetta sfide e si dedica alla piena comprensione della gran varietà di fenomeni naturali che la natura porge, con lo sguardo sempre rivolto alla scoperta”. Questi i saluti del Direttore del Dipartimento di Fisica, Prof. Pasquale Mazzotta. Il pdf della Rivista è scaricabile dal sito del Dipartimento.

PREMIO ASIMOV AD AMEDEO BALBI



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



Il Prof. Amedeo Balbi del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma “Tor Vergata” vince la sesta edizione del Premio Asimov con il libro “L’ultimo orizzonte. Cosa sappiamo dell’universo”. “Sono molto contento e onorato di ricevere il Premio Asimov. Ancora di più perché questo Premio coinvolge direttamente gli studenti delle scuole, rendendoli protagonisti e contribuendo ad avvicinarli alla scienza. Credo che suscitare curiosità e interesse,

soprattutto tra i più giovani, nei confronti della ricerca, della cultura scientifica, e dell’universo in cui ci ritroviamo a vivere, sia l’obiettivo principale di chi fa divulgazione. Per me, quando ero ragazzo, i libri di Isaac Asimov, sia quelli di fantascienza che i suoi saggi divulgativi, hanno avuto proprio questo effetto. Se potessi anche in minima parte aver ottenuto un risultato simile con le ragazze

i ragazzi che hanno letto il mio libro, sarei felicissimo”. Queste le parole di un ensusiasta Amedeo Balbi a seguito dell'assegnazione del Premio.

PRIMO NELLO SPAZIO



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



Il 12 Aprile 1961, Yuri Gagarin divenne il primo uomo a volare nello spazio. Il 17 Aprile 2021, a 60 anni dalla fatidica data, l'Associazione ScienzaImpresa del Dipartimento di Fisica di Roma "Tor Vergata" organizza un incontro per osservare il cielo notturno e fare il punto della situazione sullo stato dell'arte dell'esplorazione spaziale. Storia e innovazione si mescolano insieme per permetterci di avvicinarci ai segreti dell'universo e alle meraviglie che ha da offrirci il cielo primaverile.

LA FISICA IN UNO SCATTO



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



17 Marzo 2021, viene lanciato il concorso fotografico “La Fisica in uno scatto”. Concorso ideato e curato dal Social Media Manager del Dipartimento di Fisica dell’Università degli Studi di Roma "Tor Vergata", Dr. Alice Aldi. Lo scopo di questo concorso è di far sfidare a colpi di foto chiunque si senta ispirato a scattare una foto che, concettualmente o non, ritragga un aspetto legato alla fisica. Ogni settimana viene pubblicato un tema che gli aspiranti “fisifotografi” possono usare per dare sfogo alla loro fantasia, mettendo in risalto il loro punto di vista e il loro modo di vedere la fisica anche in una semplice foto. I temi fino ad ora affrontati sono stati: “Per un pugno di ASTRICI”, “Lo SPETTRO VISIBILE, il collezionista di colori”, “Prova a fermare il TEMPO”, “Tana per il CAOS” e “Ho un’EQUAZIONE da dirti”. Ogni settimana, insieme al lancio del tema, viene pubblicata sui canali social Facebook ed

TERZA MISSIONE

Instagram del Dipartimento di Fisica Tor Vergata, la foto vincitrice della settimana. Le sfide non sono ancora finite, quindi usate una fotocamera come veicolo per la vostra fantasia, perché come dice lo slogan "l'unico filtro permesso è quello della Fisica!". #FisicaToV

LINCEI PER LA RICERCA



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



Il Prof. Francesco Berrilli del Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma "Tor Vergata" partecipa all'iniziativa "Lincei per la ricerca". Si tratta di un filmato costituito da circa trenta video della durata di un minuto per sostenere l'importanza della ricerca, in tutti gli ambiti di studio.

STAY TUNED - #FISICATOV



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



Il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata" è sempre più online! In questa era dove la comunicazione è sempre più veloce, il Dipartimento di Fisica "Tor Vergata" non rimane di certo indietro. Nuovi spazi, rubriche, appuntamenti settimanali, notizie dal più ampio respiro, vengono quotidianamente pubblicate su tutti i canali social targati Dipartimento di Fisica Università degli Studi di Roma "Tor Vergata". Le notizie rimbalzano di social in social partendo dalla pagina Facebook, approdando su Instagram con un pò di cipria, passando per la sala stampa di Twitter. Mentre Facebook ed Instagram strizzano l'occhio a contenuti come fumetti ed iniziative per gli studenti delle scuole secondarie, su Twitter gli avvisi sugli articoli scientifici prodotti dal Dipartimento di "Fisica Tor Vergata" iniziano a farsi notare. Ultimo nato è il canale YouTube, nel quale sarà sempre più facile trovare una ricca offerta di contenuti scientifici da vedere e rivedere. Quindi, come è solito dire ... Seguiteci! #FisicaToV



www.newsletter-fisica-tor-vergata.it



Come per quasi tutti i settori, anche la divulgazione scientifica è stata duramente colpita dall'epidemia di SARS-CoV-2. ScienzImpresa, l'associazione di divulgazione scientifica con sede presso il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata", si occupa da quasi 11 anni di promuovere e diffondere la cultura scientifica di ogni forma e con ogni mezzo. Si sono fermati i grandi eventi di scienza per tutti ed i laboratori con i bambini con le "mani in pasta" negli esperimenti, ma la divulgazione scientifica non si è fermata e ScienzImpresa non è stata da meno spostando online le sue attività, sia con corsi di didattica ed approfondimento, sia con rubriche scientifiche. È nata così una serie di video su La Grande Storia dell'Esplorazione Spaziale e le rubriche ScienzImpresa Risponde, Trame del Cosmo e prossimamente Notizie dal Fermi, a cura proprio degli studenti di ScienzImpresa. I grandi eventi di scienza si sono rinnovati online e ScienzImpresa c'era. Come per Galassica Festival dell'Astronomia a cura di Nemesis Planetarium e la Notte Europea dei Ricercatori 2020 organizzata da ScienzaInsieme. Non sono mancate però le attività in presenza e in piena sicurezza grazie al supporto della Regione Lazio, come per la grande settima edizione dello Scientific Park, organizzato proprio da ScienzImpresa, e tantissimi eventi supportati dal Parco Regionale dell'Appia Antica e svolti nei loro enormi e splendidi spazi. La luce in fondo al tunnel di questo periodo storico si inizia a vedere e numerose scuole stanno riprendendo a svolgere i tanto amati laboratori La Scienza Intorno a Voi di ScienzImpresa ormai alla sua decima edizione, da svolgere con le accortezze e la sicurezza che solo anni di esperienza e passione sanno dare. Molte collaborazioni stanno nascendo e si stanno stringendo e, come già avvenuto molte volte in passato, presto vedremo e sentiremo i divulgatori di ScienzImpresa su radio, TV e molto altro. Stay tuned!



PERSONALE

Alla data di pubblicazione della presente Rivista (Maggio 2022), il Dipartimento di Fisica è composto da: 20 Professori Ordinari, 1 Professore Emerito, 2 Professori Onorari, 5 Professori Turris Vergatae, 25 Professori Associati, 33 Ricercatori, 24 TAB, 6 Rappresentanti Studenti e Dottorandi nel Consiglio di Dipartimento.

PERSONALE

Professori Ordinari:

Carla ANDREANI, FIS/03

Roberto BENZI, FIS/02

Francesco BERRILLI, FIS/06

Massimo BIANCHI, FIS/02

Luca BIFERALE, FIS/02

Giuseppe BONO, FIS/05

Lucio CERRITO, FIS/01

Matteo CIRILLO, FIS/03

Annalisa D'ANGELO, FIS/04

Anna DI CIACCIO, FIS/01

Viviana FAFONE, FIS/01

Roberto FREZZOTTI, FIS/02

Rossana MARRA, MAT/07

Pasquale MAZZOTTA, FIS/05

Silvia MORANTE, FIS/07

Olivia PULCI, FIS/03

Mauro SBRAGAGLIA, FIS/02

Roberto SENESI, FIS/07

Roberta SPARVOLI, FIS/01

Nicola VITTORIO, FIS/05

Piergiorgio PICOZZA (Professore Emerito), FIS/01

Giancarlo ROSSI (Professore Onorario), FIS/02

Rinaldo SANTONICO (Professore Onorario), FIS/01

Roberto BUONANNO (Professore Turris Vergatae), FIS/05

Rita BERNABEI (Professore Turris Vergatae), FIS/04

Ivan DAVOLI (Professore Turris Vergatae), FIS/01

Maurizio DE CRESCENZI (Professore Turris Vergatae), FIS/03

Emanuele PACE (Professore Turris Vergatae), FIS/04

PERSONALE

Professori Associati:

Fabrizio ARCIPRETE, FIS/03

Amedeo BALBI, FIS/05

Massimo BASSAN, FIS/01

Paolo CAMARRI, FIS/01

Paola CASTRUCCI, FIS/03

Alessandro CIANCHI, FIS/01

Umberto DE SANCTIS, FIS/01

Massimo FANFONI, FIS/03

Claudio GOLETTI, FIS/03

Massimiliano LUCCI, FIS/03

Luigi MANCINI, FIS/05

Marina MIGLIACCIO, FIS/05

Cristina MORONE, FIS/07

Livio NARICI, FIS/01

Maurizia PALUMMO, FIS/03

Gianfranco PRADISI, FIS/02

Alberto SALVIO, FIS/02

Emanuele SANTOVETTI, FIS/01

Raffaele SAVELLI, FIS/02

Manuela Angela SCARSELLI, FIS/03

Anna SGARLATA, FIS/03

Gianluca STEFANUCCI, FIS/03

Nazario TANTALO, FIS/02

Francesco TOMBESI, FIS/05

Eleonora TROJA, FIS/05

Ricercatori:

Giulio AIELLI, FIS/01

Beatrice BONANNI, FIS/03

Mariangela BONDÌ, RTDa), FIS/04

Hervé BOURDIN, RTDb), FIS/05

PERSONALE

Michele BUZZICOTTI, RTDa), FIS/02
Sabrina CALVI, RTDa), FIS/03
Luca CAMILLI, RTDb), FIS/03
Vincenzo CARACCILO, RTDb), FIS/04
Giulio CIMINI, RTDb), FIS/02
Giulia Maria DE DIVITIIS, FIS/02
Giancarlo DE GASPERIS, FIS/05
Dario DEL MORO, FIS/05
Luca DI FINO, RTDa), FIS/07
Luca DIBITETTO, RTDb), FIS/02
Alessia FANTINI, FIS/04
Alessandra FILABOZZI, FIS/01
Mario GALLETTI, RTDa), FIS/07
Luca GIOVANNELLI, RTDa), FIS/06
Saverio LOFFREDO, RTDa), FIS/01
Matteo LORENZINI, RTDa), FIS/01
Matteo MARTUCCI, RTDa), FIS/04
Vittorio MERLO, FIS/03
Velia MINICOZZI, FIS/07
Arturo MOLETI, FIS/01
Enrico PERFETTO, RTDb), FIS/03
Luca PERSICHETTI, RTDb), FIS/03
Enrico PREZIOSI, RTDa), FIS/07
Giuseppe PUCACCO, FIS/05
Giuseppe PUGLISI, RTDa), FIS/05
Giovanni ROMANELLI, RTDb), FIS/07
Matteo SALVATO, FIS/03
Alessandro SOTGIU, RTDa), FIS/01
Francesco STELLATO, RTDb), FIS/07

PERSONALE

Personale Tecnico Amministrativo

Liu Maria CATENA - *Segretario Amministrativo*

Alice ALDI

Stefano BATTAGLIONE

Laura CALCONI

Lucia CORI

Antonella LIJOI

Maurizio MARZIALI

Amedeo PESCE

Antonella TRAVERSI

Giordano AMICUCCI

Fabio BONACCORSO

Giovanni CASINI

Roberto CELI

Vincenzo CHIOSTRI

Luigi DI STANTE

Renata KWATERA

Roberto LULLI

Daniele PECCHI

Giuseppe POMPEI

Enzo REALI

Carlo ROSA

Marco TRAVAGLINI

Enrico TUSI

Gianni VITALI

Rappresentanti degli Studenti e dei Dottorandi nel Consiglio di

Dipartimento Rappresentanti degli Studenti:

Giorgia BRUNETTI

Thomas GUERRA

Lorenza LUCAFERRI

PERSONALE

Nicolò MANCINI

Christian PETRUCCI

Luca TORLAI

Il Dipartimento di Fisica ospita inoltre la Sezione INFN di Roma “Tor Vergata”

(<https://www.roma2.infn.it/>)

Finito di stampare
nel mese di maggio 2022
per i tipi dell'Editoriale Anicia S.r.l.

PACE

Promemoria
di *Gianni Rodari*

Ci sono cose da fare ogni giorno:
lavarsi, studiare, giocare,
preparare la tavola a mezzogiorno.

Ci sono cose da fare di notte:
chiudere gli occhi, dormire,
avere sogni da sognare,
orecchie per non sentire.

Ci sono cose da non fare mai,
né di giorno né di notte,
né per mare né per terra:
per esempio la guerra.

Le attività didattiche, di ricerca e di terza missione del dipartimento di Fisica dell'Università degli studi di Roma "Tor Vergata", raccolte in questo volume pubblicato nella primavera 2022, evidenziano un ambiente dinamico, innovativo, internazionale e interdisciplinare che quotidianamente accetta sfide e si dedica alla piena comprensione della gran varietà di fenomeni naturali che la natura porge, con lo sguardo sempre rivolto alla scoperta.

ISBN: 978-88-6709-631-2



9 788867 096312