

Congresso del Dipartimento di Fisica

Thursday, 23 April 2015 - Thursday, 23 April 2015

Polo Fibonacci

Book of Abstracts

Contents

Saluto autorità 2	1
Offerta didattica 3	1
Panorama della ricerca scientifica 4	1
Attività di divulgazione scientifica 5	1
Presentazioni di studenti di laurea e dottorato in fisica (sessione organizzata dagli studenti) 6	1
Pausa caffè 7	1
Presentazioni di studenti di laurea e dottorato in fisica (sessione organizzata dagli studenti) 8	1
Pausa pranzo 9	1
Sessione poster 10	2
Presentazioni dalle aree di ricerca (sessione organizzata dal comitato) 11	2
Pausa caffè 12	2
Presentazioni dalle aree di ricerca (sessione organizzata dal comitato) 13	2
Discussione e chiusura 14	2
Teorie di campo quantistiche: dalle interazioni fondamentali agli atomi freddi 15	2
Curarsi con le particelle: un esempio di come la fisica medica aiuta nella cura dei tumori 16	2
Dove finiscono le nostre certezze. Metodi e strumenti per nuove scoperte 17	3
La materia a tavolino: dispositivi innovativi, materiali artificiali e fenomeni fisici tutti da progettare 18	3
Turbolenza: dal bagno al Big Bang 19	3
PixFEL: sviluppo di rivelatori a pixel per applicazioni a macchine Free Electron Laser 20 .	3
Le attività di ricerca in acustica ambientale presso il Dipartimento di Fisica 21	4
Sviluppo di rivelatori per imaging nucleare 22	4

La Sezione di Pisa dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia 23	4
Tecniche di imaging nucleare per il monitoraggio di trattamenti adroterapici 25	5
Nanoscopy beyond the diffraction limit 26	6
Testing General Relativity in a Terrestrial Lab through Laser Gyroscopes 27	6
Quark e gluoni su reticolo 28	7
Simulazioni al computer: la terza via 29	7
Il controllo real-time di un grande sistema distribuito: il caso di Advanced Virgo 30	7
I 10 modi in cui un dottorando "di particelle" impegna il proprio tempo 31	7
Osservazioni di flare solari 32	7
Pregi e problemi dei materiali drogati con terre rare: ricerca, esperimenti e applicazioni nella fotonica 33	7
Onde acustiche di superficie in microfluidica per applicazioni lab-on-a-chip 34	8
La scuola di specializzazione in fisica medica: aspirazioni ed esperienze degli specializzandi 35	8
Studio delle interazioni forti in presenza di campi magnetici intensi 36	8
Tecniche Laser per la diagnostica dei plasmi e la produzione di nanoparticelle 37	8
Calorimetri e supercomputer: sviluppi di rivelatori per ATLAS 38	9
I tanti ingredienti per capire le particelle: misure di precisione, Higgs e nuovi segnali in ATLAS 39	9
Fisica dei raggi cosmici con DRAGON 40	10
Studi con la Risonanza di Spin Elettronico e la reologia in polimeri azobenzenici per appli- cazioni fotoniche e memorie fotoresponsive. [Electron Spin Resonance and rheology studies of azobenzene polymers for photoaddressed photonics and data storage.] 41	10
Superfici ed interface: calcoli ab-initio per lo studio dei materiali e la progettazione di dis- positivi. 42	11
Gas atomici ultrafreddi fortemente interagenti in dimensionalità ridotta: dall'atomtronica ai test di fisica fondamentale 43	11
Confronto fra metodi di ottimizzazione stocastica mediante funzioni analitiche e inversione sismica sintetica 44	12
L'esperimento LSPE per la rivelazione di modi B di polarizzazione della radiazione cosmica di fondo 45	12
Simulazioni Multi-Scala in materia condensata: un progetto che dura da mezzo secolo 46	13
Crescita di cristalli per applicazioni fotoniche 47	13
Ricerca di nuova fisica tramite il canale di-muonico a CMS 48	14

Rivelatori a conteggio quantistico per la fisica di frontiera 49	14
L'esperimento CMS a LHC 50	14
Messaggeri dal cosmo: fotoni e onde gravitazionali per lo studio dell'Universo 51	15
Raffreddamento ottico dei cristalli 52	15
L'esperimento MEG II al PSI 53	16
Messaggi Quantistici Superluminali: misure preliminari. 55	16
Upgrade del rivelatore CMS 56	17
Il bosone di Higgs in CMS: Modello Standard e oltre.. 57	17
Esperienze di fisica moderna al terzo anno di corso del CdS 58	18
Sviluppo di bobine a radiofrequenza innovative per applicazioni di Risonanza Magnetica a 7 Tesla 60	18
Osservazione degli elettroni dei raggi cosmici con il Large Area Telescope 61	19
Sistemi elettronici di alta velocità modellati su analogie biologiche 62	20
Fisica a LHCb 63	20
Fisica delle Superfici e Interfacce in Strutture Polimeriche a Nanoscala 64	21
Rivelazione di onde gravitazionali con Advanced Virgo 65	21
Meccanica, elettronica e ottica in Advanced Virgo: le attività del gruppo di Pisa 66	21
Tecniche avanzate di imaging a raggi X 67	22
Risonanza magnetica quantitativa a 7 Tesla 68	22
Controllo e simulazione di sistemi quantistici 69	23
Le età delle stelle 70	24
Plasmonica dei campi intensi per sorgenti prodotte da laser 71	24
Architettura di acquisizione dati per PET MRI-compatibile in TRIMAGE 72	25
Dinamica e stabilità di solidi amorfi: applicazioni farmaceutiche e in biofisica 73	26
Modelli di fisica delle rocce ed esperimenti: applicazioni alla geofisica di esplorazione 74	26
Imaging molecolare ad alta risoluzione per ricerca preclinica e farmacologia 75	27
L'esperimento Belle-II alla super flavour factory SuperKEKB a KEK 76	27
teorie di campo quantistiche: dalle interazioni fondamentali agli atomi freddi 77	28
Attività di Divulgazione Scientifica - 1 78	28
Attività di Divulgazione Scientifica - 2 79	28

Attività di Divulgazione Scientifica - 3 80	29
Attività di Divulgazione Scientifica - 4 81	29
Esperimenti con i laser ultraintensi: interazione con la materia e accelerazione di particelle 82	30
L'esperimento NA62 al CERN e il sistema di trigger basato su GPU 83	30
Rewriting Nuclear Physics textbooks 30 years with Radioactive Ion Beam Physics Pisa (Italy), July 20th – 24th, 2015 84	30
Optomeccanica: oscillatori controllati dalla luce, e viceversa 85	31
Interaction of the solar wind with the Earth's magnetosphere, theory and observations 86	31
Extreme Energy Events (EEE) - La Scienza nelle Scuole 87	32

Didattica e divulgazione al dipartimento / 2

Saluto autorità

Didattica e divulgazione al dipartimento / 3

Offerta didattica

Corresponding Author: kenichi.konishi@df.unipi.it

Didattica e divulgazione al dipartimento / 4

Panorama della ricerca scientifica

Didattica e divulgazione al dipartimento / 5

Attività di divulgazione scientifica

Corresponding Author: marco.massai@pi.infn.it

6

Presentazioni di studenti di laurea e dottorato in fisica (sessione organizzata dagli studenti)

7

Pausa caffè

8

Presentazioni di studenti di laurea e dottorato in fisica (sessione organizzata dagli studenti)

9

Pausa pranzo

10

Sessione poster

11

Presentazioni dalle aree di ricerca (sessione organizzata dal comitato)

12

Pausa caffè

13

Presentazioni dalle aree di ricerca (sessione organizzata dal comitato)

Ricerca nel dipartimento / 14

Discussione e chiusura

Ricerca nel dipartimento / 15

Teorie di campo quantistiche: dalle interazioni fondamentali agli atomi freddi

Corresponding Author: vicari@df.unipi.it

Ricerca nel dipartimento / 16

Curarsi con le particelle: un esempio di come la fisica medica aiuta nella cura dei tumori

Corresponding Author: valeria.rosso@pi.infn.it

Ricerca nel dipartimento / 17

Dove finiscono le nostre certezze. Metodi e strumenti per nuove scoperte

Corresponding Author: eugenio.paoloni@pi.infn.it

Ricerca nel dipartimento / 18

La materia a tavolino: dispositivi innovativi, materiali artificiali e fenomeni fisici tutti da progettare

Corresponding Author: alessandro.tredicucci@unipi.it

Ricerca nel dipartimento / 19

Turbolenza: dal bagno al Big Bang

Corresponding Author: steven.shore@unipi.it

20

PixFEL: sviluppo di rivelatori a pixel per applicazioni a macchine Free Electron Laser

Author: Francesco Forti¹

Co-authors: Antonio Paladino¹; Eugenio Paoloni¹; Giovanni Batignani¹; Giulia Casarosa¹; Giuliana Rizzo¹; Marcello Giorgi¹; Stefano Bettarini¹

¹ PI

Corresponding Author: francesco.forti@pi.infn.it

Il progetto PixFEL ha lo scopo di sviluppare un rivelatore per il piano focale per la rivelazione di raggi X alla prossima generazione di macchine Free Electron Laser, con la funzione di ricostruire le immagini di diffrazione prodotte dai fasci coerenti ad alta brillantezza. Le applicazioni sono molteplici, e spaziano dalla fisica dei materiali alla biologia.

Nel progetto PixFEL si vogliono migliorare le prestazioni dei rivelatori esistenti utilizzando tecnologie avanzate, come elettronica CMOS a 65nm, integrazione verticale, e sensori di silicio edgeless, puntando a realizzare degli elementi di rivelazione con cui costruire un mosaico di grandi dimensioni e zone morte ridottissime, in grado di rivelare fotoni tra 1 e 10 keV con un range dinamico di 10^4 fotoni per pixel.

Nel lungo periodo la collaborazione PixFEL vuole sviluppare una X-ray camera versatile che possa essere operata sia in modo impulsato che in modo continuo alle future macchine FEL come Eu-XFEL o LCLS-II

21

Le attività di ricerca in acustica ambientale presso il Dipartimento di Fisica

Author: Gaetano Licitra¹

Co-authors: Diego Palazzuoli¹; Elena Ascari²; Francesco Bianco²; Luca Fredianelli³; Luca Teti⁴; Marco Chetoni⁵; Mauro Cerchiai¹; Paolo Gagliardi²; Paolo Gallo¹

¹ ARPAT, Dipartimento di Fisica Università di Pisa

² Dipartimento di Fisica Università di Siena

³ Dipartimento di Fisica Università di Pisa

⁴ IPCF - UOS, CNR Pisa, Dipartimento di Fisica Università di Siena

⁵ IPCF - UOS, CNR Pisa

Corresponding Author: g.licitra@arpat.toscana.it

Presso Il Dipartimento di Fisica di Pisa sono in corso attività di ricerca oramai da oltre 15 anni in materia di acustica ambientale e edilizia. I temi di ricerca riguardano: rumore di rotolamento su strada e da traffico, rumore ferroviario, rumore aeroportuale, materiali per l'acustica, rumore eolico, acustica edilizia e architettonica.

Tali attività sono inquadrare in progetti di ricerca e collaborazioni nazionali ed internazionali, sostenute da finanziamenti del Ministero della Salute, dei Trasporti, della Ricerca Scientifica e dalla Commissione Europea.

22

Sviluppo di rivelatori per imaging nucleare

Author: MATTEO MORROCCHI¹

Co-authors: Alberto Del Guerra¹; Ben Liu¹; Filippo Bosi¹; Francesco Pennazio²; Giovanni Ambrosi³; Giovanni Pirrone¹; Maria Antonietta Piliero⁴; Maria Giuseppina Bisogni¹; Piergiorgio Cerello²; Richard James Wheadon²; Vasile Postolache³; maria ionica³

¹ PI

² TO

³ PG

⁴ INFN sez. Pisa & Università di Pisa

Corresponding Author: matteo.morrocchi@pi.infn.it

Grazie allo sviluppo di nuovi rivelatori al silicio compatti, veloci e ad alta granularità, è possibile sviluppare una nuova generazione di moduli di rivelazione per imaging nucleare, con prestazioni spaziali e temporali superiori all'attuale stato dell'arte.

La nostra ricerca è focalizzata sullo studio di nuove configurazioni di rivelatori per tomografia ad emissione di positroni, che permettano di ottenere alte prestazioni spaziali e risoluzioni temporali inferiori al nanosecondo. L'attività comprende l'analisi di molteplici architetture, che coinvolgono scintillatori sia pixelati che monolitici, e foto-rivelatori come Silicon Photo-Multiplier e Tubi foto-moltiplicatori.

Verranno mostrati i risultati ottenuti con i moduli attualmente allo studio ed i futuri campi di ricerca che coinvolgono il gruppo.

23

La Sezione di Pisa dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Author: Gilberto Saccorotti¹

¹ *Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia*

Corresponding Author: gilberto.saccorotti@ingv.it

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) è un Ente Pubblico di ricerca che opera nel settore della ricerca geofisica, vulcanologica e ambientale. In tale ambito, la Sezione di Pisa dell'INGV è dedicata a quantificare la dinamica dei processi geologici ed a stimarne la pericolosità, al fine di contribuire alla mitigazione dei rischi naturali.

Questi obiettivi sono perseguiti tramite indagini multidisciplinari che integrano attività sperimentali con ricerche di modellizzazione fisico-matematica e simulazione numerica dei processi. L'offerta formativa, che si sviluppa secondo tirocini, tesi di laurea e dottorali, include argomenti di vulcanologia computazionale, sismologia traslazionale e rotazionale, metodologie di trattamento, inversione e visualizzazione di dati. L'INGV partecipa anche alla didattica del Corso di Laurea Magistrale in Geofisica di Esplorazione ed Applicata attivato presso l'ateneo pisano. Questo lavoro presenta una breve sintesi delle ricerche nei vari settori della geofisica che maggiormente caratterizzano l'attività dell'INGV di Pisa.

25

Tecniche di imaging nucleare per il monitoraggio di trattamenti adroterapici

Author: Maria Antonietta Piliero¹

Co-authors: Aafke Christine Kraan¹; Alberto Del Guerra¹; Eleftheria Kostara²; Emanuele Zaccaro¹; Francesco Collini¹; Giancarlo Sportelli¹; Giovanni Pirrone¹; MATTEO MORROCCHI¹; Maria Giuseppina Bisogni¹; Niccolò Camarlinghi³; Nicola Belcari⁴; Stefano Ferretti²; Stefano Luciano⁵; Valeria Rosso¹

¹ *PI*

² *P*

³ *Universita' di Pisa*

⁴ *University of Pisa*

⁵ *Dipartimento di Fisica, Università di Pisa*

Corresponding Author: maria.antonietta.piliero@pi.infn.it

Lo scopo di un trattamento radioterapico di patologie tumorali è di irraggiare il volume tumorale con una dose elevata di radiazioni risparmiando i tessuti sani circostanti. Nella radioterapia con fasci esterni questo obiettivo è più facile da raggiungere se si utilizzano fasci di particelle cariche pesanti il cui rilascio di energia in funzione dello spessore di tessuto attraversato è caratterizzato dal picco di Bragg. Tuttavia la precisione del trattamento potrebbe essere compromessa da cambiamenti fisiologici temporanei degli organi e tessuti, con un conseguente sottodosaggio del tessuto tumorale o sovradosaggio del tessuto sano circostante. Pertanto sarebbe preferibile un monitoraggio del trattamento.

L'imaging basato sulla PET è una tecnica non invasiva di monitoraggio in-vivo, il cui scopo è di paragonare la distribuzione di attività degli emettitori β^+ misurata con la distribuzione di attività calcolata in fase di pianificazione del trattamento.

Il nostro gruppo di ricerca ha una vasta esperienza nello sviluppo di scanner PET.

In questo lavoro verranno mostrati i risultati ottenuti durante lo sviluppo di diversi scanner PET per il monitoraggio di trattamenti adroterapici. Inoltre verranno descritti i risultati ottenuti dalle simulazioni Monte Carlo dei sistemi PET e i metodi di ricostruzione delle immagini.

Infine, verranno mostrate le prime immagini ottenute presso il Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica (CNAO) a Pavia.

26

Nanoscopy beyond the diffraction limit

Author: Gianmarco Lazzini¹

Co-authors: Enrico Andreoni¹; Francesco Fuso²; Maria Allegrini¹; Nicola Puccini¹

¹ *Dipartimento di Fisica Enrico Fermi*

² *Dipartimento di Fisica Enrico Fermi Università di Pisa*

Corresponding Authors: g.lazzini2@gmail.com, fuso@df.unipi.it

Passare dalla microscopia alla nanoscopia, cioè realizzare analisi ottica su scala nanometrica, è obiettivo di grande e attuale interesse (si veda il Nobel Prize in Chemistry, 2014). Disporre di una risoluzione spaziale adeguata per studiare nanostrutture, materiali nanocompositi, nanodispositivi, è la chiave per conseguire progressi essenziali in tanti diversi settori (scienza dei materiali, elettronica, ottica, energy harvesting, biofisica, etc.).

Un approccio decisamente efficace per battere il limite della diffrazione è costituito dall'impiego di campi ottici prossimi, cioè campi elettromagnetici che, estinguendosi su una scala spaziale tipica di poche decine di nanometri, non hanno carattere propagante.

Negli ultimi anni abbiamo usato i campi ottici prossimi per progettare e sviluppare diverse nanoscopie ideate per rispondere a numerose esigenze sperimentali. In particolare, abbiamo messo a punto metodi che combinano campo prossimo e modulazione di polarizzazione allo scopo di aumentare i meccanismi di contrasto, e dunque la visibilità di nanostrutture individuali, e misurare l'attività ottica alla nanoscala.

Il poster dimostra alcuni recenti casi di successo nell'impiego della nanoscopia per l'analisi di nanofibre, materiali polimerici intelligenti, nanocristalli dicroici, substrati plasmonici.

27

Testing General Relativity in a Terrestrial Lab through Laser Gyroscopes

Authors: Andreino Simonelli¹; Angela Di Virgilio²; Enrico Maccioni³; Giorgio Carelli¹; Jacopo Belfi⁴; Nicolò Beverini⁵

Co-authors: Filippo Bosi⁴; Rosa Santagata⁶

¹ *dipartimento di Fisica*

² *INFN, sezione di Pisa*

³ *Dipartimento di Fisica*

⁴ *INFN, Sezione di Pisa*

⁵ *Dipartimento di Fisica - Università di Pisa*

⁶ *Dipartimento di Fisica dell'Università di Siena*

Corresponding Authors: angela.divirgilio@pi.infn.it, beverini@df.unipi.it, belfi@pi.infn.it

GINGER (giroscopi Relatività Generale) è un progetto INFN per la misura in un osservatorio sulla Terra dell'effetto Lense-Thirring, previsto dalla Relatività Generale, consistente nel trascinarsi della metrica locale indotto da un corpo massivo in rotazione. Il progetto prevede la realizzazione di una struttura di tre giroscopi laser mutuamente ortogonali di circa 6 m di lato da costruire in un laboratorio sotterraneo (probabilmente sarà il laboratorio INFN del GranSasso). La struttura triassiale potrà fornire la completa determinazione del vettore velocità angolare nel sistema del laboratorio, che potrà essere confrontato con la velocità di rotazione della Terra misurata dall'International Earth Rotation Service (IERS) attraverso la rete VLBI (Very Large Base Interferometry). La precisione richiesta per la misura dell'effetto LT deve essere migliore di 10-14 rad/s; velocità angolare della Terra deve perciò essere misurata con un'accuratezza relativa migliore di 10-9. Un giroscopio laser di 4 m di lato, situato nell'osservatorio geodetico di Wettzell in Baviera ha già raggiunto sensibilità molto elevate,

prossime a quanto richiesto, permettendo rilevanti misure geodetiche. L'ingrandimento delle dimensioni e un accurato controllo della geometria della struttura e delle condizioni ambientali dovrebbe consentire di ottenere l'incremento di prestazioni necessario. Il poster mostra lo stato attuale del lavoro sperimentale e teorico.

Student session / 28

Quark e gluoni su reticolo

Student session / 29

Simulazioni al computer: la terza via

Corresponding Author: andrea.giuntoli@for.unipi.it

Student session / 30

Il controllo real-time di un grande sistema distribuito: il caso di Advanced Virgo

Corresponding Author: giovanni.cerretani@for.unipi.it

Student session / 31

I 10 modi in cui un dottorando "di particelle" impegna il proprio tempo

Corresponding Author: alberto.manfreda@pi.infn.it

Student session / 32

Osservazioni di flare solari

Corresponding Author: alessandrociolla@gmail.com

Student session / 33

Pregi e problemi dei materiali drogati con terre rare: ricerca, esperimenti e applicazioni nella fotonica

Corresponding Author: sottile@df.unipi.it

Student session / 34

Onde acustiche di superficie in microfluidica per applicazioni lab-on-a-chip

Corresponding Author: gina.greco90@gmail.com**Student session / 35**

La scuola di specializzazione in fisica medica: aspirazioni ed esperienze degli specializzandi

36

Studio delle interazioni forti in presenza di campi magnetici intensi

Authors: Andrea Rucci¹; Claudio Bonati²; Francesco Negro²; Francesco Sanfilippo³; Marco Mariti²; Massimo D'Elia²; Michele Mesiti⁴; Salvatore Cali¹¹ *Università di Pisa*² *PI*³ *Southampton University*⁴ *P***Corresponding Authors:** ndrearu@gmail.com, claudio.bonati@pi.infn.it

In anni recenti ci si è resi conto che, negli esperimenti di collisione tra ioni pesanti utilizzati per lo studio del quark-gluon plasma, possono venire prodotti (seppur per brevissimo tempo) campi magnetici estremamente intensi, dell'ordine di 10^{15} T. Di conseguenza una notevole attività di ricerca è stata rivolta allo studio della cromodinamica quantistica in presenza di campi magnetici di background, con l'intento di studiare come questi modificano la fisica (tipicamente nonperturbativa) delle interazioni forti e di valutare le possibili implicazioni fenomenologiche di questi cambiamenti. Si presenteranno i risultati recentemente ottenuti in questo campo di ricerca dal gruppo di Pisa.

37

Tecniche Laser per la diagnostica dei plasmi e la produzione di nanoparticelle

Author: Francesco Giammanco¹¹ *Dipartimento di fisica***Corresponding Author:** giamma@df.unipi.it

L'attività del gruppo, formata da fisici e ingegneri, è effettuata in stretta collaborazione con il Dipartimento di Chimica, Università di Firenze e l'Istituto dei Sistemi Complessi ISC-CNR, Sesto Fiorentino (FI):

Le principali attività sono focalizzate sull'interazione laser/materia per differenti scopi come:

- Formazione, analisi dell'evoluzione e diagnostica di gas-caldi (plasma), per esempio in esperimenti

di fusione del plasma o caratterizzazione di gasjet;

- Tecniche di spettroscopia e assorbimento per la caratterizzazione di materiali;
- Algoritmi di modellazione e analisi di fenomeni fisici;
- Produzione e caratterizzazione di nanoparticelle metalliche in differenti soluzioni liquide, usando la tecnica dell'ablazione laser;
- Nanostrutture (e.g.: nanogabbie e nanostelle) prodotte per sintesi chimica.

38

Calorimetri e supercomputer: sviluppi di rivelatori per ATLAS

Authors: Alberto Annovi¹; Calliope-Louisa Sotiropoulou¹; Chiara Maria Roda¹; Fabrizio Scuri¹; Federico Bertolucci¹; Giorgio Chiarelli¹; Guido Volpi¹; Marco Piendibene¹; Margherita Spalla¹; Mauro Dell'Orso¹; Nicolò Vladi Biesuz¹; Paola Giannetti¹; Pierluigi Luciano¹; Sandra Leone¹; Saverio Citraro¹; Simone Donati¹; Tarcisio Del Prete¹; Vincenzo Cavasinni¹

¹ PI

Corresponding Authors: simone.donati@pi.infn.it, nicolo.biesuz@mi.infn.it, margherita.spalla@pi.infn.it, chiara.roda@pi.infn.it

Il gruppo ATLAS di Pisa ha lavorato per molti anni alla costruzione del calorimetro adronico che utilizza ferro e mattonelle di materiale scintillatore per misurare l'energia delle particelle che emergono dalle collisioni tra fasci di protoni. Attualmente il gruppo è impegnato nel piano di ammodernamento del calorimetro che mira a mantenerne intatte le prestazioni negli anni di presa dati in cui si avranno fasci di protoni ad altissima intensità. Il gruppo di Pisa è anche capofila del progetto di costruzione di un nuovo "supercomputer" ideato per effettuare in tempo reale la ricostruzione delle traiettorie delle centinaia di particelle cariche che attraversano il rivelatore in silicio. Questo nuovo dispositivo consentirà di migliorare notevolmente la selezione degli eventi registrati su disco ed utilizzabili nelle analisi offline per la ricerca di eventi di Higgs o di segnali di nuova fisica. Si è anche iniziato a studiare applicazioni di questa tecnologia a problemi di ricostruzione in tempo reale di immagini acquisite da dispositivi digitali.

Il poster vuol trasmettere ai nostri studenti l'emozione dei ricercatori impegnati nella costruzione di rivelatori che sono utilizzati nelle misure di fisica delle particelle elementari e che possono avere interessanti applicazioni in dispositivi utilizzati nella vita di tutti i giorni.

39

I tanti ingredienti per capire le particelle: misure di precisione, Higgs e nuovi segnali in ATLAS

Authors: Alberto Annovi¹; Calliope-Louisa Sotiropoulou¹; Chiara Maria Roda¹; Fabrizio Scuri¹; Federico Bertolucci¹; Giorgio Chiarelli¹; Guido Volpi¹; Marco Piendibene¹; Margherita Spalla¹; Mauro Dell'Orso¹; Nicolò Vladi Biesuz¹; Paola Giannetti¹; Pierluigi Luciano¹; Sandra Leone¹; Saverio Citraro¹; Simone Donati¹; Tarcisio Del Prete¹; Vincenzo Cavasinni¹

¹ PI

Corresponding Author: chiara.roda@pi.infn.it

ATLAS, insieme a CMS, è uno dei due esperimenti progettati per verificare l'esistenza della particella di Higgs predetta negli anni 60 per garantire la consistenza del Modello Standard. ATLAS è collocato lungo l'anello dell'acceleratore di protoni, Large Hadron Collider (LHC), al laboratorio CERN di Ginevra.

I dati acquisiti negli anni 2011 e 2012 hanno portato alla scoperta del bosone di Higgs ed alle prime misure delle sue caratteristiche. Alla fine del 2012 la presa dati è stata interrotta per poter apportare

importanti modifiche sia al collider che ai rivelatori, la presa dati sta riprendendo proprio in questi giorni. Grazie alle modifiche apportate l'energia delle collisioni dei protoni sarà quasi raddoppiata e le prestazioni dei rivelatori saranno migliorate.

Questi nuovi dati permetteranno alla collaborazione ATLAS di studiare con precisione le caratteristiche del bosone di Higgs e di cercare nuove particelle non previste dal modello standard.

Il gruppo di ATLAS Pisa ha contribuito alle analisi sia nell'ambito di misure di precisione, che nella ricerca dell'Higgs, che nelle ricerche di nuovi segnali. Nel poster si illustreranno queste misure e quelle che ci proponiamo di fare con i nuovi dati. Inoltre si spiegherà come il limite tra misure di precisione e misure di scoperta è molto sottile e come da un ambito si può passare all'altro.

40

Fisica dei raggi cosmici con DRAGON

Author: Dario Grasso¹

¹ *PI*

Corresponding Author: dario.grasso@pi.infn.it

Lo studio dei raggi cosmici (RC), che ha contribuito notevolmente alla nascita della moderna fisica delle particelle elementari, negli ultimi anni sta vivendo una nuova fioritura grazie al successo di nuovi esperimenti nello spazio e a terra. Fra i primi, il telescopio spaziale per raggi gamma Fermi e l'osservatorio per RC AMS-02 a bordo della stazione spaziale internazionale che presto sarà affiancato da CALET e altri osservatori orbitali.

A terra i telescopi atmosferici Cherenkov per raggi gamma come MAGIC e prossimamente CTA ed i telescopi per neutrini nel ghiaccio antartico (IceCube) nel Mediterraneo (ANTARES e prossimamente KM3Net) stanno aprendo l'astronomia oltre il TeV.

Scopo di questi strumenti è di migliorare la conoscenza dei processi astrofisici di produzione/propagazione della radiazione cosmica di alta energia, di cercare evidenze indirette della materia oscura, di investigare processi fisici in condizioni non raggiungibili in laboratorio. L'interpretazione consistente di tutta questa mole di dati richiede lo sviluppo di modelli teorici e codici numerici di avanguardia.

Il nostro gruppo (formato da molti ex-studenti di Pisa) ha realizzato e continua a sviluppare il codice DRAGON per modellizzare la propagazione delle varie componenti dei raggi cosmici nella Galassia. In questo poster riassumiamo alcuni dei principali risultati recentemente ottenuti.

41

Studi con la Risonanza di Spin Elettronico e la reologia in polimeri azobenzenici per applicazioni fotoniche e memorie fotoresponsive. [Electron Spin Resonance and rheology studies of azobenzene polymers for photoaddressed photonics and data storage.]

Author: Laura Andreozzi¹

Co-authors: Diego Palazzuoli²; Fabio Zulli²; Giancarlo Galli³; Marco Giordano²

¹ *Physics Department, University of Pisa*

² *Department of Physics, University of Pisa*

³ *Department of Chemistry and Industrial Chemistry, University of Pisa*

Corresponding Author: laura.andreozzi@df.unipi.it

Fin dai primi studi, i polimeri liquido-cristallini contenenti nelle catene laterali il gruppo fotoresponsivo azobenzene, hanno attratto molta attenzione come materiali fotonici intelligenti, a causa delle

loro strutture supramolecolari auto-organizzate ed delle loro proprietà controllabili in risposta a sollecitazioni della luce.

Queste funzionalità peculiari li rendono adatti, per esempio, come mezzi riscrivibili altamente affidabili per nanoscrittura ottica oppure come materiali per microcavità fotoniche completamente polimeriche [S. Menghetti et al. *J. Mater. Chem.*, 22, 14510–14517 (2012); F. Tantussi et al. *Appl. Phys. Lett.*, 100, 083103 (2012)]. La loro efficienza dipende da parametri come stabilità del bit, omogeneità a livello molecolare e temperatura di lavoro [L. Andreozzi et al: *Macromolecules*, 34, 7325 (2001); *Macromolecules*, 46, 5003 (2013)].

I risultati presentati sono una selezione di uno studio condotto su una serie di copolimeri liquido-cristallini, random ed a blocchi, di cointà di metacrilato azobenzenico, nematogenico e fotoreattivo, e metil metacrilato in vari rapporti molari, usando la risonanza di spin elettronico (ESR) e la reologia. Sono discusse la dinamica e l'eterogeneità delle matrici polimeriche, evidenziando come il diverso ammontare di unità fotoreattiva e la struttura molecolare diversa dei copolimeri, a blocchi o random, risulti in risposte dinamiche differenti e differenti eterogeneità della matrice.

42

Superfici ed interface: calcoli ab-initio per lo studio dei materiali e la progettazione di dispositivi.

Author: Guido Menichetti¹

Co-authors: Giuseppe Grosso¹; Renato Colle²

¹ *Dipartimento di Fisica, Pisa*

² *DICAM, Università' di Bologna*

Corresponding Author: menichetti.guido@gmail.com

Le proprietà elettroniche, ottiche e di trasporto connesse con superfici isolate e con superfici di separazione tra due diversi materiali sono essenzialmente determinate dagli stati elettronici attorno al livello di Fermi del sistema complessivo. La natura e il controllo di tali stati richiede una accurata descrizione microscopica che può essere affrontata teoricamente in termini di sofisticati calcoli da principi primi.

Vengono qui riportati risultati relativi a tre situazioni importanti: un'interfaccia tra due materiali inorganici, tra un materiale organico ed uno inorganico, e tra due materiali organici.

Per ciascuno di essi viene presentata l'analisi delle proprietà strutturali, elettroniche e di trasporto che sono alla base del funzionamento di dispositivi realistici basati sulla fisica di tali interfacce.

43

Gas atomici ultrafreddi fortemente interagenti in dimensionalità ridotta: dall'atomtronica ai test di fisica fondamentale

Author: Maria Luisa Chiofalo¹

Co-authors: Edmond Orignac²; Mario Di Dio³; Roberta Citro⁴; Stefania De Palo⁵

¹ *Department of Physics, University of Pisa*

² *ENS, Lyon (France)*

³ *University of Trieste (Italy)*

⁴ *University of Salerno (Italy)*

⁵ *Democritos and University of Trieste (Italy)*

Corresponding Author: chiofalo@df.unipi.it

Sistemi di molti atomi interagenti sono ormai realizzati con precisione da fisica atomica in condizioni di estrema degenerazione quantistica potendo variare temperatura (nK), interazioni, dimensionalità e statistica. Si aprono scenari interdisciplinari entusiasmanti per test di fisica fondamentale, idee per atomtronica, informazione quantistica e materia condensata con funzioni di carica e spin flessibili, dove variabili esterne controllano la transizione tra stati con proprietà di simmetria e trasporto diversi. Qui, si studia l'idea [Orignac et al PRB'01] di recente realizzata [Atala et al Nature '14] di una doppia catena 1D di atomi bosonici fortemente interagenti in campi magnetici artificiali, e se ne calcolano le osservabili con simulazioni DMRG e tecniche di bosonizzazione: ne emerge un diagramma (quanti di flusso-accoppiamento tra catene) con la transizione di tipo commensurato-incommensurato tra una fase Meissner di ampie dimensioni e una di Vortici e si predice la possibilità di transizione tipo Ising per effetto delle interazioni [Di Dio et al, EPJST 2015 e in prep.]. Un'area del poster illustra altre ricerche in corso: misure di gravità (con G. Tino, LENS) e superfluidità fermionica in cavità QED (con M. Holland, JILA, Colorado).

44

Confronto fra metodi di ottimizzazione stocastica mediante funzioni analitiche e inversione sismica sintetica

Authors: Angelo Sajevo¹; Bruno Galuzzi²; Mattia Aleardi¹

Co-authors: Alfredo Mazzotti¹; Eusebio Stucchi²

¹ *University of Pisa*

² *University of Milan*

Corresponding Author: angelo.sajevo@for.unipi.it

Abbiamo confrontato i seguenti metodi stocastici: il metodo adaptive simulated annealing (ASA), una versione degli algoritmi genetici (GA), e il neighbourhood algorithm (NA). Abbiamo utilizzato funzioni oggetto analitiche per verificare le performance dei tre metodi all'aumentare delle dimensioni dello spazio dei modelli. Le funzioni analitiche scelte sono le funzioni: De Jong n. 1, Rastrigin, Rosenbrock, e Schwefel. Le differenti forme delle funzioni di misfit ci permettono di stimare la convergenza dei metodi nei casi di numero di minimi locali, minimo globale non centrato e superficie quasi piatta.

Nei test svolti sulle funzioni analitiche, GA mostra il miglior scaling all'aumentare del numero dei parametri del modello nel caso di funzioni analitiche con minimo globale centrato, mentre ASA mostra il miglior scaling nel caso di funzioni analitiche non centrate. NA mostra significative carenze di prestazione rispetto agli altri due metodi quando le dimensioni crescono al di sopra di circa 5-10, in base alla complessità della funzione oggetto.

Infine, abbiamo provato i tre metodi nell'inversione di un dato sismico sintetico elastico. La funzione di misfit impiegata è la distanza in norma L2 tra il campo d'onda predetto e quello registrato. L'ottimizzazione è avvenuta rispetto alle velocità di onde P, velocità di onde S, e densità, per un totale di 21 incognite. I risultati dei test sintetici sono in accordo con le conclusioni tratte dallo studio delle funzioni analitiche.

45

L'esperimento LSPE per la rivelazione di modi B di polarizzazione della radiazione cosmica di fondo

Author: Giovanni Signorelli¹

¹ *PI*

Corresponding Author: giovanni.signorelli@pi.infn.it

L'esperimento su pallone stratosferico LSPE è ottimizzato per misurare la polarizzazione lineare della radiazione cosmica di fondo a grandi scale angolari, al fine di trovare l'impronta dell'inflazione nei modi-B di polarizzazione. Il rivelatore SWIPE (Short Wavelength Instrument for the Polarization Explorer) è composto da 3 array di bolometri multimodo raffreddati a 0.3K, con componenti ottiche e filtri raffreddati criogenicamente sotto 4K per ridurre il background sui rivelatori. La polarimetria è ottenuta ponendo di fronte agli array polarizzatori wire-grid e lamine rotanti a mezza lunghezza d'onda. Il modulatore di polarizzazione è il primo componente della catena ottica, il quale riduce significativamente l'effetto della polarizzazione strumentale. In SWIPE favoriamo la sensibilità rispetto alla risoluzione angolare. La radiazione sarà rivelata alle tre frequenze di 140, 220 e 240 GHz per discriminare il segnale cosmologico aspettato dall'inflazione dal background galattico ed extragalattico, per una presa dati di 13 giorni a coprire il 25% del cielo. I gruppi INFN e dell'Università di Pisa, Genova e Roma hanno il compito di realizzare il rivelatore costituito da sensori bolometrici TES spider-web e l'elettronica calda e fredda dedicata

46

Simulazioni Multi-Scala in materia condensata: un progetto che dura da mezzo secolo

Author: Valentina Tozzini¹

¹ *Istituto Nanoscienze Cnr - NEST-Pisa*

Corresponding Author: valentina.tozzini@nano.cnr.it

Le simulazioni al computer sono ormai considerate uno strumento imprescindibile nell'ambito della struttura della materia, includendo sia quella inanimata (struttura e ingegneria dei materiali) che quella vivente (biochimica e biologia molecolare). Infatti, la rappresentazione in silico di un sistema molecolare complesso costituisce una sorta di ponte tra misura sperimentale e teoria: da un lato, la simulazione consente di raggiungere una risoluzione spaziale e temporale inaccessibile all'esperimento aiutando l'interpretazione delle misure. Dall'altro, il confronto tra osservabili misurati e calcolati consente validazione e miglioramento di teorie e modelli. Il livello di accuratezza e la massima dimensione del sistema simulabile sono limitati dalla potenza del computer. Sebbene la legge di Moore abbia assicurato fino ad oggi l'incremento esponenziale di quest'ultima, la spinta ad estendere le scale spazio-temporali delle simulazioni senza perdere accuratezza ha prodotto lo sviluppo e combinazione sinergica e coerente di metodi che rappresentano il sistema a diverse risoluzioni. Si intende qui illustrare questo che viene chiamato approccio multi-scala, attraverso una prospettiva storica che parte alla fine degli anni '60 e culmina nel Nobel per la chimica, assegnato nel 2013 a Karplus, Levitt, e Washel, padri fondatori del metodo. In questo mezzo secolo, l'approccio è stato implementato, utilizzato e affinato da un esercito di ricercatori da tutti i continenti, in quello che si potrebbe chiamare il più globale progetto scientifico della storia della ricerca.

47

Crescita di cristalli per applicazioni fotoniche

Author: Alberto Sottile¹

Co-authors: Alberto Di Lieto²; Daniela Parisi²; Elena Favilla²; Mauro Tonelli²; Stefano Veronesi²; Zhonghan Zhang²

¹ *Dipartimento di Fisica*

² *Dipartimento di Fisica, Università di Pisa*

Corresponding Author: sottile@df.unipi.it

La disponibilità di monocristalli isolanti drogati con ioni trivalenti di terre rare, sia in forma di strutture massive sia in forma di fibre monocristalline, apre prospettive stimolanti per lo studio di interessanti applicazioni:

- Sviluppo di sorgenti laser nel vicino IR sia continue che impulsate
- Applicazioni nel campo metrologico per lo sviluppo di sorgenti laser in guida d'onda nel visibile che permettono di eccitare le transizioni alla base degli orologi atomici a Yb e Sr.
- Applicazioni nel campo fotovoltaico, dove l'uso di questi materiali permette di convertire la parte dell'energia solare infrarossa (non sfruttata dalle celle PV attuali) in visibile, ottenendo una efficienza complessiva superiore.
- Memorie a stato solido per computazione quantistica, basate sui livelli elettronici degli ioni di terre rare risolti in campo magnetico.

48

Ricerca di nuova fisica tramite il canale di-muonico a CMS

Author: Luca Martini¹

Co-authors: Fabrizio Palla¹; Franco Ligabue¹; Paolo Spagnolo¹

¹ *PI*

Corresponding Author: luca.martini@pi.infn.it

La nuova fisica oltre il Modello Standard può essere ricercata sia in maniera diretta (per esempio ricercando nuove risonanze, come una Z' di massa qualche TeV che decade in coppie di muoni), sia in maniera indiretta, attraverso l'effetto delle nuove particelle sulle ampiezze di processi calcolabili in maniera molto precisa nel Modello Standard (come nel caso del decadimento del mesone B in coppie di muoni).

Da un punto di vista sperimentale, CMS è un rivelatore progettato per essere particolarmente adatto a questo tipo di misure, grazie all'elevata efficienza di rivelazione e identificazione dei muoni in un ampio spettro di energie, ed alle ottime prestazioni del rivelatore di tracce.

Il Run 2 di LHC permetterà di aumentare considerevolmente le possibilità di ricerca di nuova fisica, grazie alla maggiore energia dei fasci e all'aumentata luminosità.

Il poster mostra come CMS abbia utilizzato, nel Run 1 di LHC, il canale di-muonico per misure di alta precisione di osservabili di fisica dei sapori pesanti ed elettrodeboli, e per porre limiti stringenti sulle predizioni di modelli di nuova fisica.

49

Rivelatori a conteggio quantistico per la fisica di frontiera

Authors: Alberto Di Lieto¹; Azzurra Volpi²; Mauro Tonelli³

¹ *Dipartimento Di Fisica - Università di Pisa*

² *Dipartimento di Fisica - Università di Pisa*

³ *Dipartimento di Fisica - Università di Pisa*

Corresponding Author: volpi@df.unipi.it

La disponibilità di cristalli di estrema purezza drogati con ioni trivalenti di terre rare ha permesso lo sviluppo di rivelatori di radiazione nella regione X basati sul principio ottico della doppia risonanza con laser visibili o infrarossi: questi rivelatori si presentano come una innovazione che rende possibile lo studio di sciame di energia prodotti da interazione di particelle sia cariche che neutre.

50

L'esperimento CMS a LHC

Authors: Giorgia Rauco¹; Valeria Botta¹

Co-authors: Konstantin Androsov²; Maria Teresa Grippo²

¹ *Università di Pisa*

² *Università di Siena*

Corresponding Author: giorgia.rauco@cern.ch

Il poster mostra le caratteristiche principali del rivelatore di CMS, uno dei principali esperimenti collocati al Large Hadron Collider del Cern, a Ginevra. Il primo periodo di presa dati di LHC, che si è concluso nel 2012, ha portato importanti risultati, primo fra tutti la scoperta del bosone di Higgs. Nei prossimi mesi riprenderà la presa dati, permettendo di testare il Modello Standard ad una energia più elevata e di continuare la ricerca di nuova fisica. Il poster si focalizza sulla descrizione dei vari componenti (tracciatore, calorimetri, camere a muoni) per spiegare come avviene l'identificazione e la ricostruzione delle particelle. Il gruppo di Pisa è fortemente coinvolto in molteplici attività di analisi dati e di upgrade dell'esperimento.

51

Messaggeri dal cosmo: fotoni e onde gravitazionali per lo studio dell'Universo

Author: Massimiliano Razzano¹

Co-authors: Barbara Patricelli²; Francesco Fidecaro¹; Franco Frasconi¹; Giancarlo Cella¹; Giovanna Pivato³; Isidoro Ferrante¹; Luca Baldini¹

¹ *PI*

² *Institute of Astronomy - UNAM*

³ *INFN and University of Padova*

Corresponding Author: massimiliano.razzano@pi.infn.it

L'astronomia multifrequenza, dalle onde radio ai raggi gamma, ha prodotto la più completa descrizione del cosmo mai raggiunta finora. Gli esperimenti Advanced Virgo e Advanced LIGO raggiungeranno presto sensibilità sufficienti a rivelare per la prima volta le onde gravitazionali previste dalla teoria Relatività Generale di Einstein. Insieme ai telescopi a terra e nello spazio, si potrà così osservare il cielo in una prospettiva multi-messaggero e aprire una nuova era nello studio delle sorgenti astrofisiche.

Gli oggetti compatti (stelle di neutroni e buchi neri), sono sorgenti di onde gravitazionali molto promettenti e preziosi laboratori naturali per studiare la Fisica in condizioni estreme di densità e campi gravitazionali ed elettromagnetici. Il nostro progetto si concentra su due classi di fenomeni legati agli oggetti compatti: i Gamma Ray Burst, le più violente esplosioni cosmiche dopo il Big Bang, e le pulsar, stelle di neutroni rotanti e altamente magnetizzate. L'attività di ricerca si focalizza sulle analisi e strategie multi-messaggero di oggetti compatti, condotte con gli interferometri gravitazionali come Virgo e i telescopi spaziali come Fermi, progetti a cui partecipano ricercatori del Dipartimento e dell'INFN-Pisa. L'attività, nata da un progetto "Futuro in Ricerca" (Miur), coinvolge altre istituzioni italiane e straniere, come l'Università di Urbino, l'Osservatorio Astronomico di Padova (INAF), l'Università di Stanford, il Caltech e la NASA.

52

Raffreddamento ottico dei cristalli

Author: Mauro Tonelli¹

Co-authors: Alberto Di Lieto²; Azzurra Volpi³; Giovanni Cittadino⁴

¹ *PI*

² *P*

³ *Dipartimento di Fisica - Università di Pisa*

⁴ *Dipartimento di Fisica*

Corresponding Authors: mauro.tonelli@df.unipi.it, alberto.dilieto@pi.infn.it

Questa linea di ricerca studia l'interazione fotoni-solidi monocristallini che permette di raffreddare un cristallo mantenendolo isolato dall'ambiente.

Sperimentalmente è stato dimostrato che è possibile ottenere un raffreddamento di un cristallo isolante sino a temperature di 99 K, partendo dalla temperatura ambientale, con un salto di ~195 K. Questo risultato apre la prospettiva di nuove metodologie per sviluppare sistemi di raffreddamento compatti, tutti completamente a stato solido, che eliminano completamente vibrazioni meccaniche, per esempio per applicazioni biologiche e spaziali.

53

L'esperimento MEG II al PSI

Authors: Adelina D'Onofrio¹; Alessandro Massimo Baldini¹; Carlo Bemporad¹; Donato Nicolò¹; Fabrizio Cei¹; Giovanni Signorelli¹; Luca Galli¹; Marco Grassi¹; Marco Venturini¹

¹ *PI*

Corresponding Author: marco.venturini@pi.infn.it

L'esperimento MEG al Paul Scherrer Institut di Villigen (Svizzera) studia la possibile esistenza del decadimento del muone in un elettrone ed un fotone, cercando di spingersi fino a sensibilità a rapporti di decadimento dell'ordine di 10^{-14} . Numerose teorie, tra cui quelle di Grande Unificazione Supersimmetrica (SUSY-GUT), prevedono l'esistenza del decadimento $\mu \rightarrow e \gamma$ con rapporti di decadimento di quest'ordine di grandezza. L'esperimento ha pubblicato nel 2013 il miglior limite sperimentale (5.7×10^{-13} , 90% CL) sull'esistenza del decadimento in oggetto ed ha recentemente concluso una prima fase di attività, dai cui dati, in corso di analisi, ci si attende una sensibilità dell'ordine di 4×10^{-14} . Una seconda fase dell'esperimento (MEG II) permetterà di raggiungere una sensibilità a rapporti di decadimento di circa 5×10^{-14} , grazie al miglioramento e alla sostituzione di alcuni rivelatori, tra cui la camera a deriva che è in corso di assemblaggio presso i laboratori INFN di Pisa.

55

Messaggi Quantistici Superluminali: misure preliminari.

Author: Sandro Faetti¹

Co-authors: Bruno Cocciano¹; Leone Fronzoni¹

¹ *Dipartimento di Fisica*

Corresponding Author: cocciaro@df.unipi.it

La Meccanica quantistica (MQ) è una teoria non locale: una misura fatta su uno stato “entangled” in un punto A influenza “immediatamente” il risultato di una misura in un punto lontano B. La possibilità di spiegare le correlazioni quantistiche fra particelle lontane con teorie locali di variabili nascoste o con comunicazioni subliminali è stata resa vana dalla scoperta della disuguaglianza di Bell e dai successivi esperimenti di Aspect e di altri. Alcuni autori hanno proposto che le correlazioni siano dovute a comunicazioni superluminali (scambio di tachioni). Gli esperimenti finora effettuati hanno permesso di stabilire solamente un limite inferiore per le possibili velocità tachioniche. Il nostro gruppo ha iniziato da alcuni anni un esperimento all'interno delle gallerie di EGO per aumentare di quasi due ordini di grandezza l'intervallo di velocità tachioniche investigabili (fino ad alcuni milioni di volte la velocità della luce). A tale scopo è necessario realizzare una sorgente brillante di fotoni con alto grado di entanglement, minimizzare le perdite ed equalizzare i cammini ottici con precisione micrometrica.

I risultati preliminari sono:

- 1 - realizzazione di una sorgente di fotoni con alto grado di “entanglement” (visibilità delle frange del 97.4%) e alta brillantezza (>3000 coincidenze/s);
- 2 - messa a punto di un metodo interferometrico per stabilizzare le differenze di cammino ottico a meno di 5 μm su 240 m;
- 3 - misure di assorbimento dei fotoni nella regione spettrale di interesse (808-818 nm). L'assorbimento è risultato minore del 7%.

56

Upgrade del rivelatore CMS

Author: Giacomo Fedi¹

Co-authors: Konstantin Androsov¹; Luca Martini¹; Maria Teresa Grippo¹

¹ PI

Corresponding Authors: giacomo.fedi@pi.infn.it, maria.teresa.grippo@pi.infn.it, luca.martini@pi.infn.it, konstantin.androsov@pi.infn.it

Dopo la scoperta del bosone di Higgs l'esperimento CMS si prepara a nuove sfide per la scoperta dei tasselli previsti dalla teoria ed ad oggi non scoperti.

Per aumentare le capacità esplorative di LHC, sarà aumentata la frequenza delle collisioni e l'energia disponibile per collisione. Questo implica delle condizioni sperimentali più complesse che richiedono un rivelatore rinnovato e capace di mantenere alte prestazioni nell'accettazione e ricostruzione degli eventi.

Due linee di upgrade sono previste e saranno sviluppate nei prossimi anni dai nostri gruppi locali di ricerca.

La densità delle tracce vicino alla zona di interazione obbliga a disegnare pixel con passo molto piccolo 50×50 micrometri². Inoltre il conseguente danno da radiazione implica l'uso di tecnologia di costruzione differenti: pixel con impiantazione planare e pixel a colonna con impiantazioni che si sviluppano lungo la profondità della zona attiva.

L'altra linea di upgrade riguarda il nuovo apparato di tracciatura, che permetterà una selezione delle tracce da particelle cariche basata sull'uso delle memorie associative, FPGA ed elettronica dedicata. Lo scopo finale consiste nel fornire le informazioni utili ad una selezione degli eventi entro 5 microsecondi.

57

Il bosone di Higgs in CMS: Modello Standard e oltre..

Author: Maria Teresa Grippo¹

Co-authors: Giorgia Rauco²; Konstantin Androsov¹; Valeria Botta³

¹ *PI*² *P*³ *Università di Pisa*

Corresponding Authors: maria.teresa.grippo@pi.infn.it, konstantin.androsov@pi.infn.it, valerinapg@hotmail.it, giorgia.rauco@pi.infn.it

Il poster raccoglie tutte le analisi svolte a Pisa nel gruppo dell'esperimento CMS sul bosone di Higgs (H), relative alla scoperta e allo studio delle sue caratteristiche. In particolare sono stati studiati all'interno del Modello Standard (MS) i canali di decadimento del bosone di Higgs in fermioni, cioè in coppie di quark b e in coppie di leptoni tau, che sono processi di produzione promettenti ma allo stesso tempo impegnativi.

Per misurare l'auto-accoppiamento del bosone di Higgs all'interno del MS come pure in processi di nuova fisica, è importante studiare anche la produzione di due bosoni di Higgs (HH). Il gruppo di CMS Pisa è attualmente coinvolto nelle analisi HH che studiano il decadimento in quattro quark b o in due coppie di quark b e leptoni tau.

58

Esperienze di fisica moderna al terzo anno di corso del Cds

Author: Enrico Cataldo¹

Co-authors: Alberto Di Lieto²; Francesco Maccarrone¹; Giampiero Paffuti³

¹ *Dipartimento di Fisica*² *P*³ *PI*

Corresponding Author: alberto.dilieto@pi.infn.it

Nell'ambito dei corsi di Meccanica Quantistica e Tecnologie Digitali vengono sviluppate alcune esperienze di fisica moderna, sia teoricamente sia sperimentalmente, che vengono proposte agli studenti con una preparazione tipica del terzo anno. In questo modo lo studente si può avvicinare e comprendere meglio alcuni argomenti basilari della fisica moderna e contemporanea, anche in vista del prosieguo della sua preparazione accademica.

Queste esperienze comprendono per esempio: interazione elettroni-atomi (effetto Ramsauer-Townsend); effetto fotoelettrico; conduttanza quantizzata; discretizzazione dei livelli energetici negli atomi (Franck-Hertz); analisi statistica di sorgenti di luce coerenti e incoerenti; caratteristiche della giunzione p-n al variare della temperatura; effetto Hall nei liquidi i movimento.

60

Sviluppo di bobine a radiofrequenza innovative per applicazioni di Risonanza Magnetica a 7 Tesla

Author: Riccardo Stara¹

Co-authors: Agostino Monorchio²; Alberto Del Guerra³; Alessandra Retico³; Alessandra Toncelli¹; Arnaldo Stefanini³; Fabio Morsani³; Gianluigi Tiberi³; Giuliano Manara⁴; Guido Buonincontri⁵; Laura Biagi⁶; Maria Evelina Fantacci³; Mark Symms⁷; Michela Tosetti³; Nunzia Fontana⁴; mauro costagli⁸; mirco cosottini cosottini⁹

¹ *Dipartimento di Fisica, Università di Pisa; Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Pisa, IT*

² *Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Università di Pisa; Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Pisa, IT*

³ *PI*

⁴ *Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Università di Pisa; Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Pisa, IT*

⁵ *Wolfson Brain Imaging Centre, University of Cambridge, Cambridge, UK*

⁶ *IRCCS Stella Maris*

⁷ *GE Applied Science Laboratory*

⁸ *Imago7*

⁹ *department of translational research and new technologies in medicine and surgery University of Pisa*

Corresponding Author: alessandra.retico@pi.infn.it

Le tecniche d'indagine basate sulla risonanza magnetica (MR) hanno un ruolo importante nello studio del Sistema Nervoso Centrale e della sua funzionalità sia in condizioni sane che patologiche. La ricerca nel settore MR sta andando verso l'utilizzo di campi statici d'intensità sempre maggiore, che, seppur presentino importanti problemi tecnici, offrono nuove opportunità diagnostiche.

La Fondazione IMAGO7 di Pisa costituisce il primo centro di ricerca italiano che lavora sul campo ultra alto (7 Tesla), avendo a disposizione un tomografo MR per applicazioni sull'uomo. IMAGO7 è un consorzio di partner (IRCCS Stella Maris, Università di Pisa, Azienda Ospedaliera Universitaria Pisana, IRCCS MEDEA, Ospedale Pediatrico Meyer) con interessi di ricerca nel campo delle neuroscienze.

L'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare supporta questo campo di ricerca interdisciplinare e collabora con IMAGO7 per trovare soluzioni tecniche adeguate alle sfide aperte nella MR a campo ultra alto, quali la disomogeneità dell'eccitazione a radiofrequenza (RF) e l'eccessivo trasferimento di potenza ai tessuti biologici che ne può conseguire.

Nel tentativo di ottimizzare la trasmissione e ricezione del segnale a 300 MHz (frequenza di risonanza del protone a 7 T) è in corso lo sviluppo di bobine RF idonee a specifiche applicazioni precliniche o di ricerca clinica. Sono stati già realizzati diversi prototipi per consentire studi traslazionali, per rivelare segnali di altri nuclei (e.g. ³¹P), per applicazioni di imaging e di spettroscopia del cervello o di altri distretti corporei.

61

Osservazione degli elettroni dei raggi cosmici con il Large Area Telescope

Authors: Alberto Manfreda¹; Carmelo Sgro¹; Francesca Romana Spada²; Luca Baldini¹; Niccolò Di Lalla³

¹ *PI*

² *ROMA1*

³ *Università di Pisa, INFN sezione di Pisa*

Corresponding Authors: niccolo.dilalla@pi.infn.it, alberto.manfreda@pi.infn.it

Lo studio della componente elettronica dei raggi cosmici costituisce una sorgente preziosa di informazioni sui meccanismi di accelerazione e diffusione di particelle cariche nello spazio Galattico a noi vicino. Pur essendo primariamente destinato all'osservazione dei raggi gamma, il Large Area Telescope (LAT), grazie alla sua capacità di misura di sciame elettromagnetici, è intrinsecamente in grado di fungere da rivelatore per elettroni e positroni di alta energia.

Nel poster è presentata la misura, attualmente in preparazione da parte della collaborazione Fermi, dello spettro inclusivo di elettroni e positroni nei raggi cosmici, che utilizza gli eventi raccolti in sei anni dal LAT. Essa costituisce un significativo miglioramento rispetto alla precedente osservazione, basata sul primo anno di presa dati, potendo beneficiare, oltre che dell'incremento nella statistica

accumulata, di un sistema di ricostruzione e selezione degli eventi completamente rinnovato, capace di estendere ad energie superiori ad 1 TeV l'intervallo di funzionamento dello strumento. Sono discussi gli elementi salienti di tale analisi, corredati da un'introduzione alle caratteristiche generali e ai principi di funzionamento del LAT. Vengono, inoltre, mostrati alcuni risultati preliminari del lavoro.

Una sezione a parte è dedicata al tema, correlato, della ricerca di eventuali anisotropie nella distribuzione delle direzioni d'arrivo degli elettroni dei raggi cosmici e delle possibili implicazioni di tale studio.

62

Sistemi elettronici di alta velocità modellati su analogie biologiche

Authors: Alessio Piucci¹; Daniele Ninci²; Franco Bedeschi³; Franco Spinella³; Giovanni Punzi³; John Joseph Walsh³; Michael Joseph Morello³; Pietro Marino³; Riccardo Cenci³; Simone Stracka³

¹ *P*

² *INFN Pisa*

³ *PI*

Corresponding Author: simone.stracka@pi.infn.it

La crescente complessità degli eventi agli esperimenti di Fisica delle Particelle riduce la capacità discriminante di algoritmi di trigger basati su signature semplici – tipicamente la presenza di muoni o di depositi energetici nel calorimetro. La ricostruzione di tracce in tempo reale rappresenta un'opzione attraente per selezionare efficientemente la frazione (tra 1/1000 e 1/100 000) di eventi interessanti per il processamento di alto livello. Abbiamo proposto l'adozione di un algoritmo per il tracciamento in rivelatori a pixel e strip di silicio, basato su analogie biologiche e adatto ad essere implementato in FPGA [1]. L'algoritmo ricostruisce tracce, con performance paragonabili agli algoritmi offline, a frequenze pari al rate di bunch crossing dell'LHC e con tempi di latenza inferiori a 1 μ s.

[1] L. Ristori, Nucl. Instrum. Meth. A 453, 425 (2000)

63

Fisica a LHCb

Authors: Giovanni Punzi¹; Maria Paola Mocchi²; Pietro Marino¹

¹ *PI*

² *ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE*

Corresponding Authors: mariapaola.mocchi@pi.infn.it, giovanni.punzi@pi.infn.it

LHCb è uno dei grandi esperimenti al Large Hadron Collider, al CERN di Ginevra, ed è condotto da una collaborazione di 700 fisici provenienti da 17 paesi. Il suo obiettivo è di studiare in dettaglio la fisica dei quark pesanti "b" (beauty) e "c" (charm).

L'enorme energia e luminosità dell'acceleratore LHC permettono infatti di produrre particelle contenenti questi quarks in quantità mai ottenute da alcun esperimento precedente. Questo permette di studiare in dettaglio molti fenomeni interessanti – tra questi, decadimenti estremamente rari, sensibili all'esistenza di nuove interazioni ancora sconosciute, o le piccole asimmetrie di comportamento tra materia-antimateria, la cui origine non è completamente compresa ma è implicata nella formazione e evoluzione dell'intero universo così come lo conosciamo oggi.

L'analisi dei dati del primo periodo di presa dati di LHC è tuttora in corso e ha già portato alla pubblicazione di un gran numero di articoli scientifici, con molti risultati "storici", tra cui la prima misura

del decadimento raro $B_s \rightarrow \mu\mu$, l'osservazione di particelle nuove, la definitiva osservazione delle oscillazioni charm – anti-charm, ed altri ancora.

Fa parte della collaborazione LHCb un gruppo di fisici del Dip. di Fisica, INFN e SNS, molti dei quali con una lunga esperienza in altri esperimenti di precisione sui quarks pesanti. Il gruppo di Pisa e' impegnato sul fronte delle misure di precisione nel prossimo run di LHC, da cui ci si aspettano i piu' grandi campioni di dati del mondo per un gran numero di processi riguardanti i quarks pesanti.

64

Fisica delle Superfici e Interfacce in Strutture Polimeriche a Nanoscala

Author: Massimiliano Labardi¹

Co-authors: Daniele Prevosto¹; Jonathan Barsotti²; Leonardo Forcieri²; Simone Capaccioli²

¹ CNR-IPCF

² Dipartimento di Fisica, Università di Pisa

Corresponding Author: labardi@df.unipi.it

I materiali polimerici, in prossimità della loro superficie libera, o al confine con i loro substrati di supporto o con le inclusioni dei loro nanocompositi, mostrano una serie di comportamenti diversi riguardo la loro dinamica molecolare, impaccamento, adesione. Tali diversità permette di variare in maniera versatile le proprietà meccaniche o elettriche di nanocompositi organico/inorganico, e può determinare le proprietà di stabilità o invecchiamento, ad esempio, di strutture polimeriche ottenute per nano-stampaggio.

In questo poster sono presentate varie attività riguardanti la produzione, caratterizzazione dielettrica e modellizzazione di nanostrutture polimeriche, con particolare enfasi su indagini di spettroscopia dielettrica a nanoscala basate su tecniche di scansione di sonda applicate in modo originale.

65

Rivelazione di onde gravitazionali con Advanced Virgo

Author: Giancarlo Cella¹

¹ INFN

Corresponding Author: giancarlo.cella@pi.infn.it

Advanced Virgo è un rivelatore interferometrico di onde gravitazionali, che opererà a breve in sinergia con altri rivelatori di caratteristiche e sensibilità analoghe.

Da questo network di rivelatori ci si attende nei prossimi anni la prima evidenza diretta di onde gravitazionali. Nel poster si riassumono le caratteristiche delle più rilevanti sorgenti di onde gravitazionali, con particolare attenzione alle attività del gruppo Virgo di Pisa.

Vengono inoltre discusse le ricadute scientifiche di una eventuale rivelazione.

66

Meccanica, elettronica e ottica in Advanced Virgo: le attività del gruppo di Pisa

Author: Franco Frasconi¹

¹ INFN

Corresponding Author: franco.frasconi@pi.infn.it

A 15 km da Pisa la collaborazione VIRGO sta ultimando i lavori di miglioramento dell'interferometro con braccia di 3 km che ha come obiettivo la rivelazione diretta e lo studio delle onde gravitazionali.

Advanced VIRGO utilizzerà la struttura meccanica del Superattenuatore per sospendere gli specchi in modo da poterli assimilare a masse di test in caduta libera di un esperimento terrestre di altissima precisione, rivisitata e modificata per soddisfare i nuovi e più stringenti requisiti degli interferometri gravitazionali di seconda generazione. Anche l'elettronica a basso rumore per il controllo dello strumento è stata completamente riprogettata. La "prima luce" nell'interferometro completo è prevista entro la fine di questo anno. In un secondo tempo si prevede la generazione di un vuoto quantistico non standard in tutto l'interferometro per aggirare il principio di indeterminazione, lo studio della sensibilità a bassa frequenza, dove sono più numerose le sorgenti di onde gravitazionali, con particolare attenzione alla luce diffusa, e la stabilizzazione termica dell'ottica in vista dell'aumento dell'intensità del laser.

67

Tecniche avanzate di imaging a raggi X

Author: Pasquale Delogu¹

Co-authors: Alessandro Brez²; Gloria Spandre²; Ronaldo Bellazzini²

¹ Dipartimento di Fisica e INFN, Pisa

² INFN Pisa e Pixirad Imaging Counters s.r.l

Corresponding Author: delogu@df.unipi.it

L'imaging a raggi X è un ambito in cui la ricerca è in una fase di grande attività. Gli sviluppi riguardano nuove sorgenti di radiazione con innovative caratteristiche di coerenza spaziale e monocromaticità, nuovi rivelatori di grandi dimensioni a basso rumore che permettono la registrazione delle caratteristiche spettrali della radiazione (color imaging) e nuove tecniche di acquisizione ed analisi delle immagini.

Presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Pisa e INFN sono attualmente attivi alcuni progetti di imaging a raggi X. In questo poster vengono presentate alcune delle attività in corso e con possibili sviluppi:

- ☒ imaging con single photon counters e color imaging;
- ☒ microtomografia;
- ☒ imaging a contrasto di fase;
- ☒ tomografia mammografica con luce di sincrotrone.

68

Risonanza magnetica quantitativa a 7 Tesla

Author: Catarina Rua¹

Co-authors: Alberto Del Guerra ²; Alessandra Retico ³; Alessandra Toncelli ²; Alessio De Ciantis ⁴; Arnaldo Stefanini ²; Daniela Frosini ⁵; Danilo Scelfo ⁶; Emanuele Bartolini ⁴; Gianluigi Tiberi ⁶; Graziella Donatelli ⁵; Guido Buonincontri ⁷; Ilaria Pesaresi ⁵; Laura Biagi ⁸; Maria Evelina Fantacci ²; Mark Roger Symms ⁹; Mauro Costagli ¹⁰; Michela Tosetti ¹¹; Mirco Cosottini ¹²; Renzo Guerrini ¹³; Riccardo Stara ¹⁴; Virna Zampa ⁵

¹ *Fondazione IMAGO7, Pisa, IT; Dipartimento di Fisica, Università di Pisa, IT*

² *Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Pisa, IT; Dipartimento di Fisica, Università di Pisa, IT*

³ *Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Pisa, IT*

⁴ *Ospedale Pediatrico A. Meyer, Università di Firenze, Firenze, IT;*

⁵ *Azienda Ospedaliera Universitaria Pisana (AOUP), Pisa, IT*

⁶ *Laboratorio di Fisica Medica e Biotecnologie RM IRCCS Fondazione Stella Maris, Pisa, IT; Fondazione IMAGO7, Pisa, IT*

⁷ *Fondazione IMAGO7, Pisa, IT; Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Pisa, IT;*

⁸ *IRCCS Stella Maris, Pisa, IT; Fondazione IMAGO7, Pisa, IT*

⁹ *GE Applied Science Laboratory, Pisa, IT*

¹⁰ *Fondazione IMAGO7, Pisa, IT*

¹¹ *Laboratorio di Fisica Medica e Biotecnologie RM IRCCS Fondazione Stella Maris, Pisa, IT; Fondazione IMAGO7, Pisa, IT; Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Pisa, IT; Dipartimento di Fisica, Università di Pisa, IT*

¹² *Dipartimento di Ricerca Traslationale e delle Nuove Tecnologie in Medicina e Chirurgia, Università di Pisa, IT*

¹³ *Ospedale Pediatrico A. Meyer, Università di Firenze, Firenze, IT*

¹⁴ *Fondazione IMAGO7, Pisa, IT; Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Pisa, IT; Dipartimento di Fisica, Università di Pisa, IT*

Corresponding Author: catarina.henriques@for.unipi.it

Le diverse tecniche avanzate di Risonanza Magnetica (RM) che si basano sulla misura di parametri fisici intrinseci possono fornire informazioni sia qualitative che quantitative su un largo numero di alterazioni morfo-strutturali e funzionali dovute a condizioni patologiche.

Anche se tali alterazioni sono state ampiamente utilizzate come biomarcatori delle relative patologie, i precedenti tentativi di effettuare misure quantitative precise sono stati penalizzati dalla limitata sensibilità della RM o dalla frequente impraticabilità in ambito clinico, a causa della lunghezza dei tempi di acquisizione. Pertanto, non è stato possibile utilizzare la quantificazione di tali parametri come marcatore per la stadiazione delle patologie o per il monitoraggio a lungo termine dell'efficacia dei trattamenti. La recente introduzione di nuovi sistemi di RM a campo ultra-alto, come ad esempio quello a 7 Tesla installato presso la Fondazione di Ricerca IMAGO7, offre un forte incremento della sensibilità, e consente l'attuazione di strategie di acquisizione ed analisi su misura per la realizzazione degli spettri, per la rappresentazione di dettagli fini strutturali come gli strati corticali del cervello, e per la misura quantitativa di una vasta gamma di parametri, tra cui il tempo di rilassamento T2*, la suscettività magnetica, il livello di ossigeno nel sangue (BOLD).

Questa ricerca viene condotta in un ambiente interdisciplinare di medici, fisici e ingegneri, che in collaborazione studiano le diverse patologie nell'ambito innovativo ed emergente della RM quantitativa.

69

Controllo e simulazione di sistemi quantistici

Authors: Cristiano Simonelli¹; Donatella Ciampini²; Ennio Arimondo¹; Guido Masella¹; Luca Asteria¹; Maria Valado³; Matteo Archimi¹; Oliver Morsch³; Riccardo Mannella¹

¹ *Dipartimento di Fisica, Pisa*

² *Dipartimento di Fisica "E. Fermi", Università di Pisa*

³ *INO-CNR*

Corresponding Authors: valado@df.unipi.it, matteoarchimi@gmail.com, morsch@df.unipi.it, donatella.ciampini@df.unipi.it

Nel 1981 Richard Feynman nell'ormai famoso articolo "Simulating Physics with Computers" sottolineò la necessità di dispositivi quantistici per calcolare oppure simulare sistemi fisici reali. Tali dispositivi richiedono un controllo accurato e robusto del loro stato quantistico. Nel nostro lavoro abbiamo studiato dei protocolli di controllo "superadiabatici" in grado di controllare un sistema quantistico a due livelli in maniera perfettamente adiabatica e robusta. Il sistema a due livelli idealizzato è stato realizzato con condensati di Bose-Einstein caricati in un reticolo ottico.

Per simulare sistemi quantistici più realistici invece abbiamo usato degli atomi freddi in stati altamente eccitati (cosiddetti stati di Rydberg) che interagiscono fortemente e ci permettono di creare dei sistemi multicorpo altamente controllabili. Abbiamo studiato delle dinamiche sia anti-correlate che correlate per eccitazione risonante e fuori risonanza usando la tecnica della full counting statistics. Con questa tecnica siamo anche riusciti a misurare il diagramma di fase di un sistema atomico che realizza - ovvero simula - il modello di Ising dissipativo.

70

Le eta' delle stelle

Author: Giada Valle¹

Co-authors: Emanuele Tognelli²; Matteo Dell'Omodarme¹; Pier Giorgio Prada Moroni³; Scilla Degl'Innocenti³

¹ *Dipartimento di Fisica*

² *Department of Physics "E.Fermi", Pisa University*

³ *PI*

Corresponding Author: scilla@df.unipi.it

La determinazione di eta' delle stelle, sparse ed in ammasso, nella Via Lattea è un passo fondamentale per dedurre la storia evolutiva della Galassia stessa.

Le età delle stelle sono stimate dal confronto teoria-osservazione per opportune osservabili stellari. Questa procedura è ancora influenzata da incertezze non trascurabili dovute sia ad errori osservativi (sulla determinazione di luminosità, raggio, temperatura effettiva, composizione chimica delle stelle, ecc..) che ad indeterminazioni nelle previsioni teoriche. Quest'ultime sono infatti influenzate dalle incertezze ancora presenti degli input fisici utilizzati nei modelli (sezioni d'urto di fusione nucleare, interazioni fotone-materia, equazione di stato della materia stellare, diffusione microscopica, convezione ecc..).

In questo poster riassumiamo le recenti stime, effettuate dal nostro gruppo con l'utilizzo di un codice aggiornato di evoluzione stellare, degli effetti delle citate incertezze sulla determinazione di eta' di stelle in ammasso e stelle di campo, singole o binarie.

71

Plasmonica dei campi intensi per sorgenti prodotte da laser

Author: Andrea Macchi¹

Co-authors: Andrea Sgattoni²; Francesco Pegoraro³; Giada Cantono⁴; Luca Fedeli⁵; Stefano Sinigardi⁶; Tiberio Ceccotti⁷

¹ CNR, Istituto Nazionale di Ottica, u.o.s. Adriano Gozzini, Pisa, Italy

² CNR, Istituto Nazionale di Ottica, u.o.s. Adriano Gozzini, Pisa, Italy

³ Dipartimento di Fisica Enrico Fermi, Università di Pisa

⁴ CEA/DSM/IRAMIS/LYDYL, Saclay, and Université Paris Sud, Orsay, France

⁵ Dipartimento di Fisica Enrico Fermi, Università di Pisa, Italy

⁶ Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università di Bologna

⁷ CEA/DSM/IRAMIS/LYDYL, Saclay, France

Corresponding Authors: andrea.macchi@ino.it, andrea.sgattoni@ino.it

Lo sviluppo di sistemi laser che producono impulsi di alta potenza al femtosecondo e con altissimo contrasto permette di studiare l'interazione di luce laser superintense con bersagli strutturati su scala sub-micrometrica. Questo scenario apre allo studio della plasmonica in campi intensi, ovvero all'interazione laser-materia mediata dall'eccitazione di plasmoni di superficie in strutture periodiche, in un nuovo regime di altissime intensità tali che la dinamica elettronica è relativistica. In questo contributo mostriamo risultati sperimentali sull'incremento in intensità ed energia dell'emissione di protoni ed elettroni da bersagli "grating" in presenza di plasmoni di superficie relativistici. I risultati sono riprodotti da simulazioni 3D su supercalcolatori, che mostrano l'ulteriore effetto sull'emissione di alte armoniche della radiazione laser. Sono infine descritti i risultati di uno studio teorico e di simulazione che mostra come effetti plasmonici stimolino instabilità nello schema "light sail" per l'accelerazione laser di ioni ad alta energia.

72

Architettura di acquisizione dati per PET MRI-compatibile in TRIM-AGE

Author: Giancarlo Sportelli¹

Co-authors: Alberto Del Guerra¹; Eleftheria Kostara¹; Emanuele Zaccaro¹; Maria Giuseppina Bisogni¹; Niccolò Camarlinghi²; Nicola Belcari³

¹ PI

² Università di Pisa

³ University of Pisa

Corresponding Author: giancarlo.sportelli@pi.infn.it

Lo sviluppo dei fotomoltiplicatori integrati, compatibili con i forti campi magnetici presenti in MRI, ha permesso di recente lo sviluppo di sistemi PET/MRI completamente integrati per l'imaging in campo clinico e preclinico. La progettazione di sistemi di acquisizione PET integrati con la strumentazione a risonanza magnetica è soggetta a vincoli aggiuntivi, che tengono conto degli spazi ristretti, della difficile dissipazione termica e della compatibilità elettromagnetica.

In questo lavoro si presenta l'architettura di acquisizione PET, sviluppata per il progetto TRIMAGE, il cui scopo è quello di fornire uno scanner PET/MRI/EEG a basso costo e alte prestazioni. Il componente PET di TRIMAGE comprende 216 moduli di 2.5 cm x 2.5 cm, disposti in 18 rivelatori rettangolari di 5 cm x 15 cm, a formare un anello completo di 31 cm di diametro. Ogni modulo è costituito da due matrici di LYSO sovrapposte e sfalsate, lette da 8 SiPM e 4 ASIC. La scheda del rivelatore ospita una FPGA a basso consumo di potenza che esegue l'identificazione dei pixel, la calibrazione energetica

e gestisce la comunicazione tra gli ASIC e la scheda madre, che si trova in prossimità dello scanner, al di fuori del magnete.

I dati sono trasmessi dai rivelatori a 9 schede dotate di system-on-chip (SoC) FPGA, attraverso segnali LVDS su cavi schermati, non magnetici e ad alta densità. Ciascuna scheda SoC unisce i flussi di dati provenienti da due rivelatori e li inoltra alla scheda madre, dove vengono processati e trasmessi a un PC host per la generazione degli istogrammi di linea e la ricostruzione tomografica.

73

Dinamica e stabilità di solidi amorfi: applicazioni farmaceutiche e in biofisica

Author: Gaia Ciampalini¹

Co-authors: Alessandro Paciaroni²; Daniele Prevosto³; Kia L. Ngai⁴; Massimiliano Labardi³; Simone Capaccioli⁵

¹ *Università di Pisa*

² *Università di Perugia*

³ *CNR-IPCF*

⁴ *Yanshan University*

⁵ *Dipartimento di Fisica - Università di Pisa*

Corresponding Authors: gaiaciampalini@gmail.com, capacci@df.unipi.it

Il ricorso alla vetrificazione di principi attivi, ottenuta attraverso opportuni protocolli di raffreddamento, compressione, macinazione, spraying, liofilizzazione o intrappolando le molecole in matrici solide amorphe, è oggi molto sviluppato nell'industria farmaceutica per aumentarne la biodisponibilità e la resistenza alla ricristallizzazione. Analogamente è stato dimostrato che l'impiego di eccipienti vetrosi (ad es. a base zuccherina) migliora la stabilità delle biomolecole (proteine, acidi nucleici) intesa sia come resistenza alla denaturazione ad alta temperatura sia come preservazione della funzionalità in crioconservazione. La causa di questi effetti viene ricondotta alla divergenza di viscosità e tempi di rilassamento strutturale osservata alla transizione vetrosa, che ha come naturale conseguenza la soppressione della diffusione e della mobilità molecolare. È stato però dimostrato che in alcuni sistemi i moti molecolari a tempi corti (moti di gabbia, rilassamenti locali) rimangono attivi e rilevanti nello stato vetroso: tali fenomeni possono portare a instabilità e anomalie, come la crescita di cristalli nello stato solido amorfo o la degradazione durante la crioconservazione. In questo poster si presentano risultati da esperimenti di scattering di neutroni e di spettroscopia dielettrica che mostrano l'influenza della dinamica molecolare sulla stabilità di farmaci e biomolecole. Lo studio è stato condotto nell'ambito di un Progetto Grande Rilevanza Italia-Cina del Ministero Affari Esteri e di un Long Term Project dell'Institut Laue Langevin di Grenoble.

74

Modelli di fisica delle rocce ed esperimenti: applicazioni alla geofisica di esplorazione

Author: Angelo Sajeve¹

Co-authors: Alfredo Mazzotti²; Mattia Aleardi²; Simone Capaccioli³

¹ *University of Pisa*

² *Dipartimento di Scienze della Terra - Università di Pisa*

³ *Dipartimento di Fisica - Università di Pisa*

Corresponding Authors: angelo.sajeva@for.unipi.it, mattiaaleardi@gmail.com, capacci@df.unipi.it, mazzotti@dst.unipi.it

La predizione delle proprietà fisiche delle rocce a partire da quelle microscopiche dei materiali costituenti e dalla loro distribuzione spaziale è un compito estremamente complesso: le rocce sono infatti caratterizzate da eterogeneità variabili a multi-scala e spesso la modellistica deve considerare, nel tentativo di calcolare proprietà a mezzo efficace, la lunghezza o il tempo di scala interessati dal fenomeno da rappresentare. Inoltre molti dettagli microscopici sono spesso sconosciuti e i modelli si basano su semplici assunzioni, via via raffinate nel tentativo di accordare le previsioni teoriche con i risultati sperimentali, ottenuti sia in laboratorio sia in situ (es. dati di prospezione sismica o registrazioni di log geofisici in pozzo). Il poster mostrerà due esempi, sviluppati in collaborazione con ENI, in cui un modello affidabile di fisica delle rocce può aiutare la risoluzione di problemi con forti ricadute applicative per la geofisica di esplorazione. Il primo esempio mostra come la bagnabilità delle rocce, quantità che influenza la distribuzione di fluidi diversi all'interno del volume dei pori e la loro permeabilità relativa, possa essere correlata alle proprietà dielettriche e quindi stimata con log elettromagnetici. Il secondo esempio illustra il tentativo, per adesso preliminare, di migliorare il modello di Hertz-Mindlin per le proprietà elastiche di mezzi granulari non consolidati sottoposti ad alta pressione nell'intento di spiegare dati acustici di laboratorio e dati sismici a riflessione ottenuti sul campo attualmente di difficile rappresentazione.

75

Imaging molecolare ad altra risoluzione per ricerca preclinica e farmacologia

Author: Niccolo' Camarlinghi¹

¹ *Universita' di Pisa*

Corresponding Author: niccolo.camarlinghi@df.unipi.it

L'imaging molecolare è un settore di ricerca che ha come obiettivo la caratterizzazione e la quantificazione dei processi biologici che hanno luogo in organismi viventi a livello cellulare e sub-cellulare. In questo poster saranno illustrate alcune applicazioni di un tomografo PET/CT dedicato a studi su piccoli animali (topi e ratti). Le ricerche su piccoli animali possono essere utilizzate per studi riportabili all'uomo nella ricerca oncologica e nello sviluppo e test di nuovi farmaci. Gli studi illustrati in questo poster sono condotti in collaborazione con l'Istituto di Fisiologia Clinica (IFC) del CNR di Pisa utilizzando il tomografo PET/CT IRIS per piccoli animali, recentemente realizzato dal gruppo FIIG in collaborazione con IFC.

76

L'esperimento Belle-II alla super flavour factory SuperKEKB a KEK

Author: Stefano Bettarini¹

Co-authors: Alessandro Profeti²; Antonio Paladino²; Carlo Angelini²; Eugenio Paoloni²; Filippo Bosi²; Francesco Forti²; Giovanni Batignani²; Giulia Casarosa²; Giuliana Rizzo²; Marco Ceccanti²; Paolo Mammini²

¹ *Universita' di Pisa e INFN*

² *PI*

Corresponding Author: stefano.bettarini@pi.infn.it

A partire dal 2018 la alta luminosita' del nuovo collisore e+e- giapponese SuperKEKB permettera' all'esperimento Belle-II di condurre uno studio sistematico nei settori dei quark "bottom" e "charm" e nel sapore leptonico alla ricerca di osservabili legate alla presenza di nuova fisica (NP), evidenziando contributi oltre il Modello Standard.

Per queste misure di precisione e' fondamentale il ruolo del rivelatore di vertice, progettato per consentire un'elevata risoluzione sui vertici di decadimento.
All'interno del vasto programma di fisica vengono presentati i canali piu' promettenti con le sensibilita' raggiungibili dall'esperimento.

77

teorie di campo quantistiche: dalle interazioni fondamentali agli atomi freddi

Author: Ettore Vicari¹

¹ *PI*

Corresponding Author: vicari@df.unipi.it

Le teorie di campo quantistiche e statistiche sono discusse, mostrando il loro ruolo centrale nella descrizione di un largo spettro di fenomeni naturali, come quelli connessi con le interazioni fondamentali, la fisica dello stato condensato, i fenomeni critici, dinamica quantistica a molti corpi, la meccanica statistica, etc... Vengono discussi i principi generali, menzionati i successi piu' importanti e i tanti problemi ancora aperti.

Questa ampiezza di applicazioni spiega la ragione del fatto che le teorie di campo quantistiche formano la base degli studi teorici, in particolare nel curriculum teorico della magistrale.

Esse sono centrali nella fisica teorica di oggi, permettendo di confrontare fenomeni naturali in contesti molto diversi, dagli urti negli acceleratori di particelle alla dinamica quantistica negli esperimenti di atomi freddi.

Questi temi coinvolgono quasi tutti i fisici teorici del dipartimento di fisica di Pisa e sezione INFN. Informazioni piu' dettagliate sui temi di ricerca e i risultati ottenuti dai teorici pisani si possono trovare sulle pagine WEB del sito

PisaTheoryGroup <http://pisatheorygroup.pi.infn.it/>

78

Attività di Divulgazione Scientifica - 1

Author: Marco Maria Massai¹

¹ *PI*

Corresponding Author: marco.massai@pi.infn.it

Museo degli Strumenti per il Calcolo – Sezione Strumenti Scientifici Laboratori Didattici
Didattica non-convenzionale
Divulgazione scientifica

Le attività del Museo degli Strumenti per il Calcolo, sezione Strumenti Scientifici, da molti anni rappresentano il principale interfaccia tra la Storia del Dipartimento e il mondo esterno.

I Laboratori Didattici svolgono un ruolo di 'palestra' dove gli studenti della Scuola Superiore e i loro Docenti si incontrano con Ricercatori, Tecnici e Docenti del Dipartimento.

Forme di didattica 'non convenzionale', sono state attivate negli ultimi anni; non vanno tuttavia intese come alternative, bensì complementari alla didattica tradizionale. Sono anche attive come servizio verso studenti universitari e non.

79

Attività di Divulgazione Scientifica - 2

Author: Marco Maria Massai¹

¹ *PI*

Corresponding Author: marco.massai@pi.infn.it

Il Piano Nazionale Lauree Scientifiche è attivo da molti anni e viene regolarmente finanziato a fronte di documentate attività che il Dipartimento ha puntualmente messo in atto, con il coinvolgimento di decine e decine di Docenti e Tecnici. I vari responsabili che si sono susseguiti negli anni hanno contribuito a stabilizzare le numerose direzioni nelle quali si articola il PLS.

Sono ormai migliaia i ragazzi che hanno usufruito di questo progetto, e centinaia i loro Docenti. Anche questo Piano ha contribuito all'incremento dell'aumento costante del n. delle matricole. Se questo porterà anche ad un aumento di laureati, lo vedremo presto.

La Ludoteca Scientifica è una manifestazione che, ormai da 13 anni, per 4-6 settimane all'anno offre a migliaia di studenti, ma non solo, di ogni Scuola un approccio alla Scienza che sovente è il primo. La LUS è svolta in stretta collaborazione con il CNR.

Le tante e tante osservazioni astronomiche che sono state organizzate da vari gruppi nel Dipartimento hanno offerto a centinaia e centinaia di ragazzi, spesso non di Fisica, la prima opportunità di scoprire la bellezza del cosmo e dei suoi componenti; ma anche l'emozione di condividere questa esperienza atavica con altri più esperti.

80

Attività di Divulgazione Scientifica - 3

Author: Marco Maria Massai¹

¹ *PI*

Corresponding Author: marco.massai@pi.infn.it

Pianeta Galileo è il principale programma di divulgazione scientifica attivato dal Consiglio Regionale della Toscana; dal 2010 è guidato da un Comitato Scientifico che ne definisce gli obiettivi e i mezzi per raggiungerli, e nel quale vi sono rappresentate le tre Università toscane. Pisa è stata fin dall'inizio rappresentata da un Docente del nostro Dipartimento che ha sempre raccolto grande fiducia e attenzione a testimonianza della considerazione che il Dipartimento gode, anche al di fuori del mondo Accademico.

Le attività di Open Days sono ormai un appuntamento importante per tutti gli studenti che si avvicinano allo studio della Fisica; cerca di attenuare le difficoltà iniziali che la maggior parte degli studenti che verranno a Fisica spesso non sospettano di incontrare.

Le conferenze tenute nelle Scuole, i seminari offerti ad un pubblico eterogeneo, in varie manifestazioni, sono decine e decine ogni anno, e svolgono il ruolo di divulgare e diffondere le principali attività nelle quali si articola la ricerca del nostro Dipartimento.

Queste occasioni di incontro, rappresentano il momento migliore per stabilire relazioni strutturate e continuative tra il Dipartimento ed il mondo della Scuola.

Più complesse da organizzare, le Mostre rappresentano l'apice di una attività sia organizzativa, sia di ricerca, collaterale alle attività istituzionali. Un esempio per tutti, quella allestita alla fine del 2013, anno centenario della nascita del fisico pisano Bruno Pontecorvo,.

81

Attività di Divulgazione Scientifica - 4

Author: Marco Maria Massai¹

¹ *PI***Corresponding Author:** marco.massai@pi.infn.it

Le attività di spinoff del Dipartimento e dell'Università rappresentano lo strumento principale per seminare in quella parte della Società che ha la missione di rinnovare i processi produttivi e di stabilizzarli nel sistema industriale.

Quelli attivati in questi ultimi anni hanno a che fare sia con sofisticati strumenti di misura dietro ai quali c'è il lavoro di molti anni di Tecnici e Ricercatori, spesso giovani, sia con metodologie di simulazione e di calcolo di processi fisici molto particolari per i quali non esistono, o sono molto rari, strumenti commerciali.

82

Esperimenti con i laser ultraintensi: interazione con la materia e accelerazione di particelle

Author: Leonida Antonio Gizzi¹¹ *PI***Corresponding Author:** leonida.gizzi@pi.infn.it

Nel poster verranno illustrati i principali risultati ottenuti in questo settore dalla collaborazione g-RESIST nell'ambito dei progetti attivi presso il laboratorio ILL del CNR di Pisa, dove è operativo un laser ad impulsi ultracorti di altissima potenza, e presso analoghe facility europee LASERLAB. Verranno descritti i metodi sperimentali con particolare riferimento al controllo delle proprietà degli impulsi laser ultracorti e alla loro interazione ad altissime intensità con la materia allo stato solido o gassoso, e alla correlazione dei processi di interazione con le proprietà dei fasci di particelle accelerate.

83

L'esperimento NA62 al CERN e il sistema di trigger basato su GPU

Author: Jacopo Pinzino¹¹ *University of Pisa***Corresponding Author:** jacopo.pinzino@pi.infn.it

L'esperimento NA62 al CERN mira alla misura del decadimento ultra-raro del mesone K^+ in π^+ neutrino e antineutrino, che costituisce un test particolarmente sensibile del Modello Standard. L'esperimento inizierà la presa dati nell'estate 2015.

Tra le tecniche innovative utilizzate per affrontare la misura e la selezione del segnale in un fondo di 10 ordini di grandezza più grande, a Pisa si sta studiando per la prima volta l'utilizzo di processori grafici (GPU) a livello di trigger online di livello più basso, per consentire selezioni complesse su una grande mole di dati in una latenza inferiore ad 1ms.

84

Rewriting Nuclear Physics textbooks 30 years with Radioactive Ion Beam Physics Pisa (Italy), July 20th – 24th, 2015

Author: Angela Bonaccorso¹

¹ INFN

Corresponding Author: bonac@df.unipi.it

Local Organizing Committee
 Angela Bonaccorso, INFN, Pisa (co-chair)
 Giovanni Casini, INFN, Firenze (co-chair)
 Ignazio Bombaci, Department of Physics, University of Pisa
 Alejandro Kievsky, INFN, Pisa
 Laura Elisa Marcucci, Department of Physics, University of Pisa
 Valeria Rosso, Department of Physics, University of Pisa
 Michele Viviani, INFN, Pisa

The scope of the activity is twofold. First we will celebrate 30 years since the first work on radioactive ion beams (RIBs) used to study properties of atomic nuclei. Since then Low Energy Nuclear Physics research fed by experiments at various facilities all over the world has experienced a great revival supported by widespread theoretical efforts which have changed deeply our understanding of nuclei and their interactions. The second scope of the event is to attract and educate the best possible students introducing them to the wonders of Physics with RIBs. We shall try to convey to such students a view of the rich variety of on-going activities in the field, both experimental and theoretical such that the progress we have made in the last 30 years can be developed further in the future. The planned activities will be directed towards students who are in the process of deciding what graduate studies to specialize on.

85

Optomeccanica: oscillatori controllati dalla luce, e viceversa

Authors: Donatella Ciampini¹; Ennio Arimondo²; Francesco Fogliano²; Francesco Fuso³

¹ Dipartimento di Fisica "E. Fermi", Università di Pisa

² Dipartimento di Fisica "E. Fermi" Università di Pisa

³ Dipartimento di Fisica Enrico Fermi Università di Pisa

Corresponding Author: donatella.ciampini@df.unipi.it

L'optomeccanica utilizza gli scambi energetici tra i modi della luce in una cavità e i modi di vibrazione meccanici di un micro-specchio per controllare la materia attraverso la luce e viceversa. Questa possibilità apre la strada a realizzazioni sperimentali che da un lato possono produrre raffreddamento o amplificazione controllata del moto dello specchio e dall'altro permettono di manipolare lo stato della luce. Stiamo conducendo un nuovo esperimento su sistemi optomeccanici che usano materiali ingegnerizzati innovativi. Nel nostro set-up sperimentale utilizziamo una membrana di SiN dallo spessore nanometrico funzionalizzata da un layer di un semiconduttore organico (Alq3, realizzato da CNR-NANO di Lecce), ricoperto da un layer in Ag, che costituisce uno specchio di una cavità Fabry-Perot. Abbiamo osservato specifici effetti di accoppiamento opto-termico tra la luce e i modi di vibrazione della membrana, che stiamo interpretando sulla base di una completa modellizzazione del sistema. L'accoppiamento della luce con micro-oscillatori meccanici ha potenzialità di enorme interesse applicativo in tanti settori (tra cui microscopia, spettroscopia, rivelazione di onde gravitazionali), dato che consente di realizzare sensori di forze e di spostamenti di altissima sensibilità, in grado di arrivare ai limiti imposti dalla meccanica quantistica e dal principio di indeterminazione di Heisenberg.

86

Interaction of the solar wind with the Earth's magnetosphere, theory and observations

Author: Francesco Califano¹

Co-authors: Alessandro Retinò²; Claudia Rossi³; Matteo Faganello⁴; Pierre Henri⁵; Silvio Sergio Cerri⁶; francesco pegoraro⁷

¹ *Dipartimento di Fisica, Università di Pisa*

² *CNRS/Ecole Polytechnique*

³ *Physics Department, University of Pisa*

⁴ *Aix-Marseille University*

⁵ *CNRS, Orleans*

⁶ *Max-Planck-Institut für Plasmaphysik*

⁷ *university of pisa*

Corresponding Authors: pegoraro@df.unipi.it, claudia.rossi@df.unipi.it, califano@df.unipi.it

The Earth's magnetosphere and solar wind environment is a laboratory of excellence for the study of the physics of collisionless, magnetized plasmas. Here we focus on the low latitude magnetopause region where the velocity shear between the solar wind and the magnetosphere plasma generates vortex-like structures via the Kelvin-Helmholtz instability. These structures, observed by satellite in-situ measurements, generate favorable conditions for the development of secondary fluid and magnetic instabilities eventually leading to a full turbulent state. The combination of spacecraft data and simulations is the most effective way to study complex plasma phenomena, such as transport across frontiers and/or fundamental plasma processes where electromagnetic and plasma fluctuations can be measured in-situ with strong accuracy. The research activity on this problem, pursued by the plasma physics group in Pisa, is the outcome of longstanding collaborations with several International research groups (in particular Ecole Polytechnique, Observatory of Paris, Oxford University, Max Planck Institute, University of Marseille, Observatory of Cote d'Azur), as well as of a European FP7 funded network project. Several Master and PhD Thesis, some of which in partnership with International Universities, have been developed on this problem and have strongly contributed to the achievement of new, original results presented in International Conferences and published on International peer-reviewed Journals.

87

Extreme Energy Events (EEE) - La Scienza nelle Scuole

Authors: Aldo Tazzioli¹; Carlo Avanzini¹; Edoardo Bossini²; Federico Pilo¹; Giovanni Batignani¹; Giuseppe Terreni¹; Luca Baldini¹; Riccardo Paoletti³

¹ *PI*

² *university of Siena-INFN Pisa*

³ *SI*

Il progetto EEE – Extreme Energy Events studia i raggi cosmici galattici ed extragalattici di energie superiori a 1011 eV, grazie alla rivelazione al suolo degli sciame estesi di particelle (Extensive Air Showers) che si sviluppano nell'impatto dei raggi cosmici primari con l'atmosfera.

Il progetto si avvale del supporto dei docenti e degli studenti delle scuole medie superiori. Le scuole aderenti sono state dotate di un "telescopio" per raggi cosmici costituito da tre piani di rivelatori a gas da 1.5 m² (Resistive Plate Chambers) sviluppati nell'ambito dell'esperimento ALICE, installato sull'acceleratore LHC al CERN. I telescopi sono in grado di ricostruire con buona precisione la traiettoria delle particelle che li attraversano, e sono dotati di strumentazione GPS che permette di

correlare i dati raccolti da stazioni vicine: l'osservazione di eventi in coincidenza tra più telescopi distanti alcuni chilometri, ad esempio in scuole di una stessa città, indicherebbe il passaggio di raggi cosmici primari di altissima energia ($>10^{17}$ eV), la cui direzione di provenienza potrebbe essere stimata con buona precisione grazie all'ottima risoluzione angolare del telescopio.

Attualmente sono operative o prossime all'operatività tutte le quaranta stazioni installate presso scuole su tutto il territorio nazionale, ed è in corso il primo run di acquisizione dati coordinato, della durata di due mesi, che porterà a raccogliere circa 5 miliardi di eventi.