

## VERBALE DELLA RIUNIONE DELLA COMMISSIONE SCIENTIFICA NAZIONALE II

Online-Teams/Zoom 12-14 aprile 2021

Presenti:

Oliviero Cremonesi	- Presidente
Marco Pallavicini	- Giunta esecutiva
Fabio Gargano	- Coord. Sez. di Bari
Gabriele Sirri	- Coord. Sez. di Bologna
Walter Bonivento	- Coord. Sez. di Cagliari
Emanuele Leonora	- Coord. Sez. di Catania
Fabio Mantovani	- Coord. Sez. di Ferrara
Elena Vannuccini	- Coord. Sez. di Firenze
Sergio Di Domizio	- Coord. Sez. di Genova
Giovanni Mazzitelli	- Coord. Sez. di LNF
Marcello Messina (*)	- Coord. Sez. di LNGS
Antonello Ortolan	- Coord. Sez. di LNL
Gabriella Cataldi	- Coord. Sez. di Lecce
Lino Miramonti	- Coord. Sez. di Milano
Maura Pavan	- Coord. Sez. di Milano Bicocca
Giuseppe Osteria	- Coord. Sez. di Napoli
Andrea Longhin	- Coord. Sez. di Padova
Alessandro Menegolli	- Coord. Sez. di Pavia
Michele Punturo	- Coord. Sez. di Perugia
Riccardo Paoletti	- Coord. Sez. di Pisa
Fabio Bellini	- Coord. Sez. di Roma 1
Roberta Sparvoli	- Coord. Sez. di Roma Tor Vergata
Severino Bussino	- Coord. Sez. di Roma 3
Luca Latronico	- Coord. Sez. di Torino
Riccardo Munini	- Coord. Sez. di Trieste
Rita Dolesi	- TIPFA
Mario Pelliccioni	- Osservatore CSN1
Carlo Gustavino	- Osservatore CSN3

Simone Biagi assente, Luciano Pandola è delegato a sostituirlo.

(\*) Segretario scientifico

Presenti a parte della riunione:

A. Bartoloni, M. Benetti, E. Bissaldi, M. Boezio, M. Bonaldi, C. Braggio, B. Caccianiga, I. Cagnoli, G. Carugno, A. Castellina, G. Catanesi, E. Catanzani, M. Cirelli, N. Crescini, P. De Bernardis, I. De Mitri, V. Di Felice, D. Di Ferdinando, P. Di Gangi, E. Di Marco, A. Di Matteo, A. Di Virgilio, A. Ferella, A. Ferrari, F. Fidecaro, G. Fiorillo, E. Fragiaco, W. Fulgione, P. Fusco, S. Gabici, M. Garbini, G. Gemme, N. Giglietto, P. Gorla, A. Guglielmi, O. Halim, M. Iacovacci, E. Lisi, F. Loparco, C. Macolino, M. Maggiore, V. Mangano, F. Marin, L. Marini, G. Marsella, S. Masi, C. Maticcotta, A. Melchiorri, E. Milotti, G. Modestino, L. Naticchioni, A. Nucciotti, A. Paoloni, L. Pasqualini, L. Perrone, M. Pesce-Rollins, D. Pinci, C. Pizzolotto, F. Poppi, M. Pozzato, P. Puppo, S. Rainò, P. Rapagnani, G.L. Raselli, M. Ricci, L. Rignanese, F. Ronga, C. Rubbia, G. Ruoso, Z. Sahnoun, G. Sartorelli, M. Selvi, G. Signorelli, M. Sisti, M. Spurio, L. Stanco, A. Surdo, M. Tenti, G. Testera, V. Verzi, C. Vignoli, C. Viorito, A. Virtuoso, D. Vitali, S. Zavatarelli, G. Zavattini, P. Zuccon.

La riunione si è svolta in modalità telematica sulla piattaforma Teams per le sessioni chiuse e su Zoom per le sessioni aperte.

L'agenda della riunione è disponibile al link <https://agenda.infn.it/event/26309>

## Lunedì 12 aprile 2021 ore 09:00 – 10:00 Sessione chiusa

### **Comunicazioni - Oliviero Cremonesi**

Oliviero inizia con i saluti di benvenuto.

Comunicazioni:

- Commissione di Aprile in genere dedicata ad una riflessione sulle attività scientifiche della commissione.
- Quindi oltre ai talk soliti dei coordinatori ci sono un certo numero di talk generali sulla fenomenologia della fisica di gruppo II.
- In questa riunione si formalizza l'adozione della PAQ ed il messaggio sarà mandato a tutti i responsabili nazionali.
- Gianni Ambrosi è stato proposto come rappresentante del comitato Technologies Transfer (TT) in CSN II. La sua posizione sarà formalizzata nella prossima riunione.
- Ci sono due vincitori del premio Bruno Rossi: Nicolò Crescini di LNL, e Odysse Halim del GSSI.
- Buone notizie su KM3. Installata la nuova junction box e 5 nuove stringhe installate e funzionanti.

Comunicazioni finanziarie:

- Anche quest'anno ci saranno avanzi sul capitolo missioni. Spesi 270 k€ su missione fino ad ora, circa il 10% dell'assegnato. I RN devono fare di nuovo delle stime attendibili di quello che spenderemo entro fine anno. Dobbiamo spendere in modo efficiente i residui prima di convincere la Giunta delle nuove richieste.
- La GE ha stabilito che i fondi accantonati (1.8 M€) dagli avanzi di missione 2020, possono essere utilizzati. Dobbiamo subito iniziare a lavorare su possibili anticipi delle spese sicure dell'anno prossimo.

Esperimenti:

- Gabriella Catanesi lascerà a luglio il ruolo di RN di SuperK a favore di Lucio Ludovici.
- Natalia di Marco lascia il ruolo di RL LNGS di COSINUS a favore di Andrei Puiu.

Consuntivi:

- Alcuni esperimenti hanno le milestones a zero. Valori sospetti e pericolosi visto che sono usati nella VQR.
- Sono stati pubblicati i report del CTS per DUNE e del review panel per DarkSide.
- Il report di DUNE consiste in una serie di richieste che ci si aspetta trovino risposta entro giugno. In sostanza le richieste coincidono con quelle previste dal PAQ.
- Per DarkSide c'è stato un incontro bilaterale con NSF. La collaborazione ha reiterato la richiesta (bocciata in prima istanza) e non è chiaro come NSF risponderà questa volta. Se non dovesse ottemperare alle sue quote di budget ci sarebbe un significativo ammanco nei fondi del progetto (~6 M€). Questo sarebbe un grosso problema.
- La collaborazione sta considerando possibili modifiche al disegno del rivelatore per ridurre i costi.

CF di JUNO:

- Richiesta iniziale di 5 ME ridotta a due, rimuovendo soprattutto le voci riguardanti il funzionamento del laboratorio.
- Tali richieste non erano infatti ricevibili. L'INFN non supporta il funzionamento dei laboratori ospitanti. I CF saranno erogati a partire dal 2022 arrivando ad un valore stabile di circa 330 k€ a partire dal 2023.

Varie:

- Nell'ambito di un accordo quadro chiarita la disputa sulla VQR per i lavori di ricercatori che partecipano a progetti ASI ma che sono incardinati in altri enti.

- Il numero massimo di istituti che possono usare i lavori di un ricercatore sono due. Per cui per i ricercatori INFN i lavori saranno condivisi tra INFN e ASI, per quelli universitari la condivisione sarà tra Università e ASI.
- Borse laureandi: 28 schede ricevute e 10 borse finanziate. La commissione è decisa.

## **Lunedì 12 aprile 2021 - Sessione aperta**

### ***Review sullo stato delle ricerche dirette di materia oscura – Giovanni Mazzitelli***

Si è riportato lo stato degli esperimenti per la ricerca di materia oscura nell'ambito WIMPs e light sub-GeV dark matter seguendo come traccia gli esperimenti accreditati nel mondo dell'ultimo rapporto APPEC in via di pubblicazione. Si sono descritte le caratteristiche generali dei rivelatori necessari, le tecnologie sulle quali si basano, le caratteristiche del background e le tecniche di mitigazione. Nel campo dei rivelatori a scintillazione NaI(Tl) si sono evidenziati i recenti risultati di ANAIS rispetto al segnale di DAMA e si sono riportate le criticità di un confronto fra i due detector e in generale nel confronto della tecnologia con NaI(Tl) nel mondo. Si è poi passato a descrivere i rivelatori solidi criogenici e le tecnologie di discriminazione beta/gamma applicate, per poi passare ai rivelatori a CCD e con emulsioni nucleari. Si è riportato lo stato e i programmi dei rivelatori a LXe a LAr e le loro principali caratteristiche/differenze per poi passare ai presenti e futuri detector a gas e la frontiera del neutrino floor, ora anche di potenziale interesse come segnale.

### ***Aggiornamento XENON – Marco Selvi***

Marco Selvi, responsabile nazionale di XENON, presenta su richiesta della CSN2 uno status report sul progetto XENON. Dopo un rapido aggiornamento sulle nuove analisi dei dati di XENON1T, che hanno portato a migliorare il limite sulla sezione d'urto di interazione SI delle WIMP alle basse masse con una pubblicazione su PRL, si passa a descrivere lo stato del commissioning di XENONnT. Grazie al nuovo sistema di ricircolo e purificazione in fase liquida si è raggiunta una notevole purezza dello xenon, con una electron lifetime di circa 10ms, molto maggiore di quella necessaria per rivelare correttamente anche gli elettroni generati nella parte più bassa della TPC. La TPC è stata messa in funzione inizialmente ad un campo di circa 100 V/cm ed ha presentato una collezione di luce molto buona (16 pe/fotone), leggermente maggiore di quella di XENON1T. Successivamente si è avuto un problema ad uno degli elettrodi, e si è dovuto limitare il campo elettrico a circa 20 V/cm. Le prestazioni del rivelatore sono al momento oggetto di studio ma, grazie anche alla grande e- lifetime, sono molto promettenti, perlomeno per un run scientifico dedicato e scrutinare la regione di bassa energia degli Electron Recoil. Si valuterà in seguito se smontare e aprire il detector per riparare o sostituire l'elettrodo. Nel caso ci si attende uno stop di circa 6 mesi. Il neutron veto è in commissioning, e presenta un background rate molto basso di circa 30 Hz, con una efficienza di rivelazione in accordo con le predizioni MC. L'impianto per la purificazione del Gd è in consegna e sarà installato al LNGS nei prossimi mesi. La nuova colonna di distillazione del Rn è stata messa in funzione e i risultati preliminari indicano che si possa raggiungere l'obiettivo di ridurre il Rn di un fattore 10 rispetto a XENON1T. Infine, sono state presentate in modo preliminare le prospettive per la futura fase del progetto XENON, che si chiamerà DARWIN, con una massa totale di xenon di circa 50 t, e dove si sta iniziando a organizzare una convergenza internazionale fra i gruppi di XENON e LZ.

### ***Review sullo stato delle ricerche indirette di materia oscura – Elena Vannuccini***

La ricerca indiretta di materia oscura si basa sulla ricerca di anomalie nella radiazione cosmica che possano essere riconducibili alla presenza di materia oscura nel cosmo, su una scala di distanze che spazia da quella galattica a quella cosmologica.

La review si focalizza sulle ricerche condotte mediante la misura della radiazione gamma e dell'antimateria nei raggi cosmici.

Sono riportati i risultati più recenti di Fermi-LAT, AMS02 e DAMPE, e sono discusse le potenzialità delle future missioni finanziate dalla CSN2, in particolare HERD, CTA e GAPS. Nel prossimo futuro, le missioni KM3Net e eXTP consentiranno inoltre di ampliare il campo di ricerca indiretta di materia oscura, estendendola a neutrini e raggi X.

## ***Review su esperimenti di ricerca di assioni e su fondamenti di QM - Antonello Ortolan***

Gli assioni della QCD, introdotti 40 anni fa come estensione del Modello Standard per risolvere il problema della violazione di CP forte, sono dei ben motivati candidati a costituire a Dark Matter.

La loro produzione agli inizi dell'Universo e la loro interazione con le particelle del Modello Standard sono stati estensivamente studiati negli anni recenti. In particolare i modelli DSFZ e KSVZ sono oramai delle utili guide per tentarne la rivelazione. I metodi considerati fino ad oggi vanno dalla produzione e rivelazione in laboratorio (Light Shining through Wall), alla rivelazione degli assioni solari (helioscope), o a quella degli assioni dall'alone galattico (haloscope). Nella presentazione sono state discusse tutte le maggiori attività sperimentali in Europa, come riportate nel documento APECC <https://indico.cern.ch/event/982757/>. Nei cosiddetti esperimenti basati su "haloscope", dove gli assioni costituenti la Dark Matter interagiscono con i fotoni (i.e. QUAX-ag) oppure con gli elettroni (i.e. QUAX-ae), la tipica potenza indotta dagli assioni è  $10^{-23}$  W o minore, nell'intervallo di frequenze 1-20 GHz. La rivelazione di una potenza così piccola, insieme con la richiesta sperimentale della scansione di frequenze elevate, per testare i parametri fisici degli assioni, costituisce la sfida più difficile perché vicina allo "Standard Quantum Limit" (SQL) di amplificatori lineari.

Si è anche discusso come superare lo SQL per mezzo di "quantum sensor". In particolare, QUAX potrebbe raggiungere delle sensitività di rilevanza cosmologica rivelando fotoni con frequenze del GHz per mezzo di contatori di fotoni basati sulla tecnologia del "superconducting transmon qubit".

## ***Materia Oscura: direzioni teoriche recenti – Marco Cirelli***

Il campo dei modelli teorici di Materia Oscura (MO) ha subito un'evoluzione significativa di recente. Il modello paradigmatico del neutralino supersimmetrico è stato in un certo senso messo da parte (ma non abbandonato) e affiancato da decine o addirittura centinaia di altre proposte teoriche. Di fatto la cosmologia (che ci indica l'esistenza della MO), non ci dice molto sulle sue proprietà: la massa della MO può trovarsi in un range enorme (90 ordini di grandezza), e quindi la MO può comportarsi come un campo, una particella o un corpo macroscopico. Simili considerazioni valgono per l'intensità dei suoi accoppiamenti (da praticamente nulli a quasi strong-like, se in un settore nascosto). Sono stati quindi passati in rassegna alcuni paradigmi più o meno recenti.

Le particelle prodotte termicamente, e in particolare le WIMPs, sono motivate dalla ricerca di nuova fisica alla scala del TeV ma anche dal meccanismo del thermal freeze-out. Le ricerche dirette e indirette hanno ancora del terreno da coprire, in particolare nella direzione di sezioni d'urto di scattering su nucleone molto piccole e di masse della MO molto grandi (multi-TeV).

Le particelle di massa sub-GeV emergono da una serie di motivazioni teoriche e fenomenologiche valide, ma che trovo meno fondate di quelle relative alle WIMPs. Le ricerche dirette sono in piena ebollizione. Le ricerche indirette devono confrontarsi alle basse energie dei messaggeri cosmici previsti (sia particelle cariche che fotoni).

I buchi neri primordiali sono riemersi di recente come un'ipotesi interessante, da testare con i raggi cosmici di bassa energia provenienti dalla loro evaporazione. La MO in forma di neutrini sterili (con una massa attorno ai 3.5 keV) è motivata da alcune indicazioni sperimentali. Gli assioni (non coperti in questa presentazione) sono un altro candidato storico su cui l'attività è intensa.

## ***Review sullo studio della CMB - Silvia Masi***

Si riassumono le osservabili di attuale interesse per il Cosmic Microwave Background (CMB): anisotropia, polarizzazione e distorsioni spettrali (in frequenza e in angolo in cielo), e la loro importanza dal punto di vista scientifico. Si descrivono i due tipi di rivelatori usati (TES, mainstream, e KID, alternativa che presenta vari vantaggi) e lo stato del loro sviluppo. Si sottolinea la presenza in cielo di un inevitabile segnale di foreground astrofisici diversi dalla CMB, che vanno ed andranno studiati e rimossi dalle misure estremamente sensibili per i modi B della polarizzazione della CMB, e per le distorsioni spettrali. Si fa un quadro generale della situazione sperimentale per ognuna di esse, spiegando vantaggi e svantaggi delle implementazioni da terra, pallone, spazio, sottolineando l'importanza della sensibilità e accuratezza delle misure, e la presenza di effetti sistematici sia strumentali che di ambiente in cui gli esperimenti si trovano o si troveranno ad operare. Si inquadra la posizione a livello internazionale degli esperimenti di terza (LSPE e QUBIC) e di quarta generazione (LITEBIRD) supportati da INFN in Italia per la misura della polarizzazione, e di COSMO (supportato da PNRA), per la misura delle distorsioni spettrali.

## ***Prospettive in cosmologia - Alessandro Melchiorri***

Viene esposta una ricapitolazione completa ed esaustiva del modello cosmologico. Un elemento di grande rilevanza è la misura della curvatura dell'Universo dai dati della CMB e non messo come input esterno nelle analisi dei dati cosmologici.

La conclusione è che esistono tensioni ed anomalie nel modello  $\Lambda$ CDM fino a 3-5 sigma. Se consideriamo la curvatura misurata dai dati della CMB queste discrepanze aumentano ed un modello di universo con curvatura diversa da zero risulta preferito.

Poiché  $\Lambda$ CDM è basato su molte assunzioni poco corroborate dai dati bisogna essere aperti a possibili nuovi scenari.

### ***Review su onde gravitazionali ed esperimenti sulla gravità – Luca Naticchioni***

Diversi esperimenti in seno alla CSN2 permettono di testare le teorie della gravitazione a diversi regimi energetici. La Relatività Generale (GR) di Einstein è al momento la miglior teoria a nostra disposizione, per quanto sussistano tuttora importanti questioni aperte nell'accordarla con una teoria quantistica di campo e con le osservazioni cosmologiche. Esperimenti da Terra e da satellite permettono di verificare violazioni delle previsioni della teoria in regime debole, mentre con l'osservazione delle onde gravitazionali è possibile verificare le previsioni della teoria in regime di campo forte. Queste osservazioni compiute dal network mondiale formato da Virgo e LIGO non hanno evidenziato finora deviazioni dalle previsioni della teoria, e permettono perciò di escludere diversi modelli di gravità alternativa proposti negli anni. Le osservazioni di onde gravitazionali hanno inoltre contribuito a far luce su famiglie di oggetti astrofisici finora non osservati direttamente (ad esempio buchi neri di massa solare e di massa intermedia, la kilonova GW170817 con la sua controparte ottica), a porre un limite stringente sulla massa del gravitone, a fornire un nuovo modo di ricavare la costante di Hubble e a tutta una serie di test della teoria GR altrimenti non possibili a regimi energetici più bassi. L'osservazione di onde gravitazionali da sorgenti quali stelle di neutroni permette inoltre di sfruttare questi oggetti massicci e compatti come eccezionali laboratori di fisica nucleare e subnucleare a densità ed energie non raggiungibili in laboratorio. Dopo l'attuale seconda generazione di rivelatori (Virgo, LIGO e il nuovo rivelatore giapponese KAGRA) è prevista una terza generazione di rivelatori gravitazionali da terra (Einstein Telescope in Europa, per il quale è stato proposto il sito italiano di Sos Enattos) e una serie di rivelatori spaziali come LISA, che permetteranno l'osservazione su scala cosmologica di eventi fino ad alto redshift (circa 100 rispetto a 0.7 dell'evento più lontano finora osservato).

Il successo delle osservazioni di onde gravitazionali, con le sue ricadute nei campi della fisica fondamentale, della fisica nucleare, dell'astrofisica e della cosmologia è stato possibile grazie a grandi infrastrutture di ricerca come Virgo e LIGO, e dimostra come vi sia ancora un grande potenziale di scoperta in questo campo. Per poter sfruttare questo potenziale sarà necessario investire nelle nuove generazioni di osservatori gravitazionali, come l'Einstein Telescope e LISA, progetti sui quali l'INFN è infatti impegnato con un ruolo di primo piano.

### ***Fisica fondamentale e cosmologia con Einstein Telescope – Michele Maggiore***

Vengono discussi i vari processi di interesse fisico e cosmologico che saranno affrontati da ET. Dopo la scoperta delle onde gravitazionali da parte di LIGO/VIRGO le prospettive sono cambiate: si sono ottenute le prime verifiche precise della GR in condizioni estreme e si continuano ad osservare nuove classi di processi astrofisici. Tuttavia le potenzialità degli attuali interferometri per le verifiche della GR sono ancora limitate. L'utilizzo di un nuovo disegno (3G) potenzierà le osservazioni da terra e colmerà il gap prima del passaggio agli interferometri satellitari. Ne risulterà un incremento della distanza e delle masse degli oggetti studiati, e naturalmente del loro numero. Si potranno approfondire temi di natura astrofisica (proprietà di BH e NS, astronomia multi-messenger e nuove sorgenti) oltre che cosmologica (natura della gravità e processi di QCD, MO, ...). Il contributo e le potenzialità di ET in questo ambito sono quindi discusse nel dettaglio.

## **Martedì 13 aprile 2021 - Sessione aperta**

### ***Review sulla fisica dei neutrini – Andrea Longhin***

La fisica delle oscillazioni sta vivendo una fase molto dinamica grazie anche alle rinnovate possibilità offerte dal valore elevato di  $\theta_{13}$ : la violazione di CP con fasci su lunghe distanze (long-baseline o LBL) e la gerarchia di massa (MH) a media distanza con i reattori (JUNO). Vengono discussi i risultati di T2K/NOvA e le prospettive dei nuovi progetti Hyper-K e DUNE. La conoscenza delle sistematiche è centrale: entrambe le collaborazioni disporranno di un sistema di near detectors molto elaborato. ENUBET sta studiando la possibilità di una misura al % della sezione d'urto di  $\nu_e/\bar{\nu}_e$  con un fascio narrow-band in cui il flusso è monitorato dalla misura dei leptoni nella regione di decadimento. Si è descritto il progresso di JUNO che, oltre alla MH, fornirà un grandissimo miglioramento sui parametri  $\theta_{12}$ ,  $\Delta m_{21}^2$ ,  $\Delta m_{32}^2$ . La possibilità di stati sterili è ancora al centro dell'attenzione. La Reactor Neutrino

Anomaly si confronta con l'osservazione che il deficit di  $\nu_e$  pare limitato alla componente  $^{235}\text{U}$  (Daya-Bay, PROSPECT) e da nuove misure oltre a quelle di BILL. Nuove misure di NEOS/RENO e NEUTRINO-4 superano il problema della normalizzazione assoluta e danno indicazioni di segnali non incompatibili ma con significatività non molto elevate. In relazione al claim di LSND/MiniBooNE, rimane il problema della mancata osservazione in disappearance. Il programma short-baseline al FNAL (SBND,  $\mu\text{BooNE}$ , ICARUS), grazie alla sua ridondanza, potrà presto chiarificare il quadro. L'unblinding di  $\mu\text{BooNE}$  sul low-energy excess di MiniBooNE è imminente. Si è infine evidenziato il ruolo emergente dei Neutrino Telescopes ad "alta-granularità" (IceCube-DeepCore, KM3Net-ORCA) utilizzando gli atmosferici.

### ***Review sulle proprietà dei neutrini - Fabio Bellini***

Vengono descritti i risultati recenti e le prospettive future nella ricerche volte alla misura diretta della massa del neutrino e della ricerca del neutrino di Majorana.

Misura di massa: alla maturità della tecnologia con sorgente esterna e spettrometro MAC-E filter, che mira ad una sensibilità di circa 200 meV su  $m\beta$  in 3 anni, si affiancano le più recenti tecniche con microcalorimetri criogenici e con misura di frequenza di radiazione di sincrotrone. Nonostante i recenti progressi e l'assenza di evidenti show-stoppers quest'ultime devono ancora dimostrare il controllo della sistematiche e dei fondi che possano aprire la via verso i 40 meV.

Ricerca del neutrino di Majorana: viene dato un panorama dei risultati recenti e delle tecnologie che puntano a coprire la regione di massa di  $m\beta$  prevista dalla gerarchia inversa con un sguardo verso la copertura della gerarchia diretta. Il ruolo dell'INFN negli esperimenti con sorgente in rivelatori solidi ad alta risoluzione e presso i LNGS è cruciale, specialmente per una eventuale scoperta. Gli esperimenti LEGEND1000, nEXO, e CUPID sono attualmente al vaglio della selezione INFN-DOE per esperimenti di prossima generazione.

### ***Aggiornamento ICARUS – Alberto Guglielmi***

Nella presentazione viene fatto uno status report della installazione e messa in opera del rivelatore ICARUS-T600 al Fermilab. Il rivelatore T600 è stato attivato in agosto 2020 ed in quella occasione ha rivelato i primi raggi comici. La purezza dell'argon è aumentata grazie ad alcuni interventi sul sistema criogenico con un tempo medio di elettrone libero misurato intorno a 3 ms. Gli alti livelli di rumore elettronico rivelati nella TPC dopo il riempimento con l'argon e la messa in opera sono stati ridotti sensibilmente durante un intervento in situ nel dicembre 2020. Altri interventi sono previsti per ridurre ulteriormente il rumore elettronico. Il sistema dei fototubi ha funzionato in condizioni stabili fin dalla messa in funzione ed è stato calibrato in guadagno e in tempo. La generazione dei primi trigger ha permesso la rivelazione delle prime interazioni di neutrino dal fascio del Booster.

ICARUS prenderà dati con questo fascio fino allo stop tecnico di fine giugno per ottimizzare il trigger e il DAQ. La calibrazione dei PMT e l'ulteriore studio delle sorgenti di rumore elettronico della TPC continueranno con i raggi cosmici durante l'estate. L'installazione della parte superiore del veto per i cosmici (CRT) e della copertura in calcestruzzo di 3 m consentirà di avviare la presa-dati di ICARUS in autunno con entrambi i fasci di neutrino, Booster e NuMi, per la ricerca del segnale di NEUTRINO-4.

### ***Fenomenologia della fisica del neutrino - Eligio Lisi***

Nella presentazione sono riportati in modo esaustivo i più recenti risultati delle oscillazioni di neutrino. Sono anche chiarite le potenzialità di scoperta nel campo della fisica dei neutrini.

La presentazione si conclude sottolineando che i fattori limitanti di questo canale di indagine oramai sono gli input da altri campi quali la fisica nucleare (sezioni d'urto di interazione di bassa energia) e l'astrofisica da dove particolari proprietà del neutrino possono essere messe in luce.

Grande beneficio si potrebbe quindi trarre dagli input che i progetti sostenuti nelle commissioni scientifiche II-III e IV possono portare alla comprensione della "electroweak nuclear physics".

### ***PAQ update - Luca Latronico***

Latronico presenta lo stato del Piano Assicurazione Qualità INFN (PAQ) e una proposta di adozione in CSN2. Il PAQ è elaborato dal Comitato Permanente di Project Management (CNPM) e l'INFN lo adotta per gestire i progetti scientifici. Si ispira a pratiche consolidate di Project Management nell'ambito del framework OpenSE elaborato dal CERN. Il PAQ sta per essere distribuito a tutto l'Ente e le CSN lo stanno implementando. Il talk descrive il processo approvativo dei progetti e i template dei documenti che lo supportano (LoI, CDR, TDR,

Progress Report, Executive Summary) e che la CSN2 intende richiedere ai propri progetti / sigle a partire da luglio 2021. La discussione ha sottolineato la necessità di adattare la metodologia alle diverse scale dei progetti in CSN2 e di portare gli strumenti gestionali INFN già esistenti ad essere strumentali per la gestione dei progetti secondo i metodi descritti nel PAQ.

## **Martedì 13 aprile 2021 - Sessione chiusa**

### ***Comunicazione dalla Giunta Esecutiva – Marco Pallavicini***

- È nato il Project-Directorate, organo di governo scientifico e politico del progetto ET. A capo ci sono Fernando Ferroni e Jo van den Brand.
- Marco ha incontrato per la prima volta Solinas (Presidente Regione Sardegna) con cui ha iniziato a parlare del progetto ET. Importante avere il supporto della Regione per la candidatura della Sardegna ad ospitare ET.
- Procede la stesura dello statuto di EGO e NIKHEF entra a far parte del consorzio.
- È in fase di scrittura un accordo quadro ASI-INFN.
- L'ASI si aspetta che lo sblocco dei fondi di HERD sia imminente. Il tutto dipende da I COMINT, un panel del C.d.M.
- Il contributo dell'INFN per HERD sarà deciso dalla CSN II.
- Tra poche settimane ci sarà il "financial board" di Iper-K e Oliviero sarà il rappresentante dell'INFN.
- Marco conferma la notizia della installazione della junction-box di KM3 e di 5 stringhe funzionanti. 3 realizzate a Catania e 2 a Caserta. Ad un certo punto ci si aspetta un sito di produzione delle stringhe anche a Genova.
- Entro la fine dell'anno ci saranno > 25 stringhe installate e quindi il più grande rivelatore marino mai realizzato.
- CTA diventerà un ERIC.
- Le gare di DarkSide sono partite e procedono.
- Workshop Europa nord-America sul doppio-beta a fine settembre a LNGS. Si spera in un accordo condiviso per il futuro del doppio-beta.

#### Situazione concorsi:

- ci saranno circa 80 posizioni di ricercatore in due anni. Nel 2021 saranno banditi circa 40 posti nelle cinque aree scientifiche INFN, gruppo 1-5, ed in particolare i posti di gruppo 5 saranno per esperti di acceleratori.
- ci sono 73 giovani che hanno i requisiti per la stabilizzazione. I sindacati li vorrebbero tutti assunti. Il compromesso dell'INFN è di dare 15-20 posti per stabilizzazione. Ci saranno quindi circa 100 posizioni per giovani in 2 anni.
- Marco ribadisce che i contratti a tempo determinato devono essere evitati. Gli assegni di ricerca sono il modo giusto per sostenere i giovani.

### ***Sblocchi sub-judice e nuove assegnazioni - Oliviero Cremonesi***

- Borex: chiede sblocco sj tipo B. I referee sono d'accordo, approvato.
- CTA: chiede 10 k€, referee d'accordo, approvato.
- CYGNO: sblocco sj 4 k€ Frascati e 5 k€ LNGS per acquisto gas per 2021, approvato.
- DAMA: chiede storno 5 k€ da Roma3 a LNGS, approvato. Chiede inoltre lo sblocco dei fondi per i nuovi ADC. Questo significherebbe di fatto approvare la nuova fase per la quale non è stata presentata una adeguata descrizione del programma. Tutto è rimandato a luglio sub-condizione che sia presentata una dettagliata descrizione del programma e della timeline. Tutte le richieste minori approvate.
- DarkSide: chiede 25 k€ per produzione motherboard a Bologna. Referee propongono di attingere da un grosso sj preesistente, approvato.

- FISH: chiede sblocco sj di 21 k€, per riparazioni di un amplificatore laser, approvato.
- GERDA: nuova richiesta di 6.5 k€ a MIB per upgrade di crate HV e 5 k€ per cavi HV per nuovi canali rivelazione, approvata.
- ICARUS: richiesta per nuovi alimentatori per fototubi.  
42 k€ per CAEN HV system, approvato.  
15 k€ per board per amplificatori della TPC, approvato.  
50 k€ per HV board CAEN, approvato.
- JUNO: richiede cambio di destinazione del budget per caratterizzazione rocce del sito sperimentale. Budget invariato, approvato.
- Moonlight: richiede sblocco sj:  
3.5 k€ di missioni a Frascati, approvato.  
1 k€ Napoli, non approvato.  
4 k€ azoto, approvato.  
4 k€ spese servizi, rimandato a maggio.  
15 k€ consumi per rimettere in funzione la camera climatica dopo un anno di stop. Sbloccati 10 k€ e poi si vede per i restanti 5 k€.
- News: sblocco di un sj per il gel.  
Richiesta 3 k aggiuntivi per facchinaggio per lo spostamento dalla sala B alla sala C, approvato.
- Nucleus: sblocco sj per litografie. Sblocco sj per manutenzione della camera pulita. Entrambi approvati.
- Nu@FNAL: nuova richiesta per 8 k€ per nuovo packaging di SiPM.

## Mercoledì 14 aprile 2021 - Sessione aperta

### ***Review sullo studio dei raggi cosmici dallo spazio - Fabio Gargano***

Fabio Gargano passa in rassegna le misure più recenti sui raggi cosmici carichi e fotoni effettuate con rivelatori su satellite o su pallone. Dopo una breve introduzione su origine, accelerazione e propagazione dei raggi cosmici la review si concentra sulle misure pubblicate negli ultimi anni dagli esperimenti AMS-02, CALET, DAMPE, LIMADOU e PAMELA. Di particolare interesse le misure sui flussi di protoni ed elio riportate che per la prima volta evidenziano, grazie prevalentemente alle misure oltre il TeV di DAMPE, un ammorbidimento dello spettro a circa 8-10 TeV con implicazioni nei modelli di accelerazione e propagazione. AMS-02 e CALET con le misure sui nuclei primari più pesanti ed sui secondari hanno invece indicato la presenza di due famiglie nei raggi cosmici che sembrano propagarsi in modo differente nella galassia. Infine le misure di LIMADOU e di PAMELA hanno confermato l'anti-correlazione fra il flusso di H ed He con l'attività solare. La seconda parte della review è focalizzata sugli esperimenti futuri in cui l'INFN è direttamente coinvolta ed in particolare GAPS, LIMADOU-2, HERD, IXPE ed e-XTP. Per tutti gli esperimenti viene evidenziato il goal scientifico con un focus sulla tecnologia e su come questa sia connessa alle attività di R&D sviluppate negli anni in seno all'INFN. Infine vengono presentate possibili proposte di esperimenti futuri sia per lo studio dei raggi cosmici carichi che per lo studio dei fotoni sub-GeV.

### ***Review sullo studio dei raggi cosmici da terra - Emanuele Leonora***

Emanuele Leonora presenta una review dal titolo "Raggi cosmici da terra". La review è stata divisa in due parti. La prima riguardante i rivelatori da terra per lo studio dei raggi cosmici intesi come particelle cariche. La seconda dedicata ai rivelatori installati a terra per lo studio dei raggi gamma. Per quanto riguarda i ground based particle detectors, è stata fatta una breve introduzione teorica agli Extensive Air Shower, ed alle tecniche di misura

implementate nei moderni rivelatori. Sono anche descritti i rivelatori ibridi dedicati alla misura degli UHE, come AUGER e TA, e sono mostrate e discusse alcune delle ultime misure pubblicate dal progetto AUGER. Sono descritti alcuni dei prossimi progetti, ed upgrade di quelli esistenti, come AUGER-Prime, TAx4 e TA-TALE, ICE-TOP. Per quanto riguarda i ground based gamma ray detector, vengono descritti i rivelatori di superficie ed i telescopi Cherenkov, discutendone le caratteristiche e potenzialità. Sono infine discussi i risultati più recenti degli esperimenti MAGIC, CTA, HAWK e TIBET e LHAASO, dando anche uno sguardo ai prossimi progetti di R&D di rivelatori per astronomia gamma al TeV situati nell'emisfero sud, come SWGO ed ALTO.

### ***Raggi cosmici di altissima energia - Armando di Matteo***

I raggi cosmici sono particelle (principalmente protoni e altri nuclei) provenienti dallo spazio. I raggi cosmici con energia maggiore di 1 EeV sono noti come raggi cosmici ad altissima energia e ritenuti avere origine extragalattica. Essendo molto rari, per studiarli occorrono array di rivelatori di particelle e/o telescopi ultravioletti su centinaia di km<sup>2</sup> per studiare gli sciame che essi producono in atmosfera. I più grandi attualmente in attività sono l'osservatorio Pierre Auger in Argentina e Telescope Array (TA) in Utah. Gli spettri in energia osservati sono in accordo tranne alle energie più alte, dove TA riporta flussi maggiori. Dividendo il cielo in tre bande, si può dedurre che ciò è dovuto sia all'errore sistematico nelle stime di energia di uno degli esperimenti sia a un'anisotropia del flusso nell'emisfero nord. A energie fra 10<sup>18</sup> e 10<sup>19</sup> eV, le misure indicano che i raggi cosmici contengano sia protoni ed elio sia elementi più pesanti, ma i dettagli sulla composizione sono affetti da grosse incertezze sistematiche. A energie più alte, la composizione sembra diventare via via più pesante e meno mista, anche se finora la statistica disponibile è troppo poca per conclusioni definitive. Ciò sembra suggerire scenari in cui le sorgenti di raggi cosmici a altissima energia hanno una massima rigidità di accelerazione di pochi EeV. Sia Auger che TA sono in procinto di essere estesi con centinaia di nuovi rivelatori a scintillazione. Futuri esperimenti useranno array di antenne radio o osservazioni di fluorescenza dallo spazio.

### ***Raggi cosmici di energia attorno al ginocchio - Stefano Gabici***

Lo spettro in energia dei raggi cosmici può essere descritto in prima approssimazione come una legge di potenza  $E^{-s}$ , caratterizzata da piccole variazioni della pendenza  $s$  a determinate energie. Il cambio di pendenza più significativo, da  $s \sim 2.7$  a  $s \sim 3$ , avviene a un'energia delle particelle pari a  $\sim 10^{15}$  eV, e questo irripidimento è chiamato "ginocchio".

Si ritiene che il ginocchio marchi l'energia massima alla quale i protoni possono essere accelerati da sorgenti galattiche di raggi cosmici. Lo spettro dei raggi cosmici a energie più elevate del ginocchio è formato da nuclei atomici più pesanti dell'idrogeno, che in virtù del loro maggiore rapporto massa su carica possono essere accelerati ad energie maggiori.

Al momento, la questione aperta più pressante è la determinazione esatta della posizione del ginocchio. Esperimenti diversi (ad esempio, ARGO, KASCADE) danno valori diversi, che vanno dai 700 TeV ai 3 PeV. Sarà quindi importante, in futuro, ottenere osservazioni dettagliate di questa regione dello spettro, al fine di ottenere una risposta chiara alla domanda: fino a che energia sono accelerati i raggi cosmici in sorgenti galattiche?

Le osservazioni possono essere sia dirette (determinazione dello spettro dei raggi cosmici), sia da terra che dallo spazio, o indiretta (la rivelazione di raggi gamma sopra i 100 TeV prodotti in interazioni di cosmici di energia attorno al ginocchio)."

### ***Comitato per il Trasferimento Tecnologico - Francesco Cino Maticotta***

Nella prima parte si delineano i processi in atto, a partire dal 1980, a seguito dell'affermazione di un reale mercato della conoscenza prodotta dalle organizzazioni pubbliche. Questo processo, partito negli USA e arrivato in Italia con un certo ritardo, specialmente tramite le organizzazioni comunitarie, implica una diversa impostazione di tutte quelle attività, inclusa la ricerca fondamentale, che vedono la generazione di conoscenza sfruttabile economicamente e/o la partecipazione anche potenziale di aziende private.

Il cambiamento di paradigma, che implica il contrarsi delle situazioni di collaboratività scientifica paritetica a favore di situazioni regolate da contratti di natura commerciale, mette oggettivamente in difficoltà alcuni settori presidiati dall'INFN, in particolare le attività che hanno a che fare con veicoli e/o imprese spaziali.

Tra le risposte che l'Istituto sta mettendo in campo per gestire correttamente le nuove condizioni, vi è sicuramente la messa a disposizione della rete scientifica di strutture e strumenti di trasferimento tecnologico di adeguata efficienza in modo da rendere controllabile e fluida l'accesso della nostra comunità a ambiziose imprese scientifiche e tecnologiche organizzate secondo le modalità correnti. Contemporaneamente, si sta realizzando un importante programma di formazione per il personale che deve essere messo in condizione di agire correttamente nelle inevitabili interazioni con il mondo produttivo.

## ***The First Fermi-LAT Solar Flare Catalog – Melissa Pesce-Rollins***

Grazie all'aumento in sensibilità di Fermi LAT, siamo riusciti ad aumentare drasticamente il numero di brillamenti solari gamma osservati. Infatti prima di Fermi solo 5 brillamenti solari con emissione estesa erano stati osservati, mentre ora ne abbiamo 37. Inoltre abbiamo osservato emissione gamma da tre brillamenti solari provenienti da regioni attive posizionati sul disco non visibile del sole, creando così la necessità di una componente molto estesa per permettere ai protoni accelerati di arrivare sul disco visibile del sole. Un altro aspetto innovativo del LAT è la possibilità di localizzare l'emissione proveniente dai brillamenti solari. Infatti, questo non era mai stato possibile prima. Per i brillamenti più intensi abbiamo visto che la posizione dell'emissione per i brillamenti impulsivi coincide con la zona attiva da dove sono provenienti anche l'emissione in altre lunghezze d'onda mentre per i flare con fase prolungata vediamo come la localizzazione dell'emissione si sposta lungo il disco solare con il tempo. Indicando ancora una volta la possibile presenza di una componente estesa collegata con questa fase. Il primo catalogo dei brillamenti solari Fermi LAT è stato pubblicato su ApJS nel gennaio 2021.

## ***Observation of a Giant Flare from a Magnetar in NGC 253 – Elisabetta Bissardi***

Il 15 aprile 2020, un breve lampo di raggi gamma (Gamma-Ray Burst, GRB) nella banda keV-MeV, della durata di soli 140 ms circa, è stato rivelato dallo strumento Gamma-Ray Burst Monitor (GBM) a bordo della missione Fermi. L'evento è stato catalogato inizialmente come GRB 200415A. 19 secondi dopo, lo strumento Large Area Telescope di Fermi (LAT) ha registrato emissione ad alta energia per quasi 300 secondi dopo il rilevamento iniziale di GBM.

In questo intervento ho riassunto le principali analisi dei dati di Fermi GBM e LAT che mostrano le peculiarità dell'evento. L'emissione a bassa energia è caratterizzata da un tempo di salita del segnale molto rapida, un'estrema variabilità temporale, spettri piatti e una forte evoluzione spettrale su una scala inferiore al millisecondo - caratteristiche tipiche dei cosiddetti brillamenti giganti prodotti da stelle magnetar piuttosto che dai GRB. Inoltre, i fotoni ad alta energia misurati dal LAT sono riconducibili ad una regione spazialmente coincidente con il disco della galassia NGC 253 (Galassia dello Scultore) e compatibile con una regione di localizzazione 20 arcmin<sup>2</sup> determinata dall'IPN. Queste osservazioni hanno rafforzato l'ipotesi che GRB 200415A sia dovuto a un brillamento gigante prodotto da una magnetar extragalattica. Anche la presenza dell'emissione GeV estesa suggerisce che il getto relativistico sia associato a tale origine. GRB 200415A rappresenta quindi il primo evento di questo tipo rilevato sopra i 100 MeV e dimostra che i brillamenti giganti da magnetar extragalattiche potrebbero costituire una classe a parte di GRB.

## ***0νββ Search Results from One Tonne-Year of CUORE Data - Laura Marini*** *LNGS seminar*

Il Cryogenic Underground Observatory for Rare Events (CUORE) è un grande esperimento bolometrico alla ricerca del doppio decadimento beta senza neutrini (0νββ). Il rivelatore è costituito da un array di 988 cristalli di TeO<sub>2</sub> disposti in una struttura compatta di 19 torri, ospitati nel più grande criostato mai costruito per funzionare a 10 mK. In questo seminario vengono riportati i risultati dell'analisi del decadimento 0νββ del <sup>130</sup>Te e la misura del fondo nella regione di interesse. I dati corrispondono ad una esposizione di una tonnellata anno, acquisiti dalla primavera 2017 all'autunno 2020.

L'analisi di questi dati (esattamente 1038,4 kg\*anno) mostra una buona stabilità e uniformità sia nella qualità dei dati che nella risposta, e attesta l'uso di calorimetri criogenici come una delle tecniche più competitive nell'attuale scenario internazionale di ricerca del decadimento 0νββ.

Il numero medio di canali per set di dati, che sopravvive a tutte le selezioni di qualità dei dati, è di circa 934 su 988 canali totali, con una risoluzione energetica nella regione di interesse di 7.8keV (FWHM).

Dall'analisi dei dati nella regione di interesse (2490-2575) keV, non c'è evidenza di decadimento 0νββ del <sup>130</sup>Te con un corrispondente limite di esclusione bayesiano del 90% per il tempo di dimezzamento di 2,2 x 10<sup>25</sup> anni.

Supponendo che il decadimento sia mediato dallo scambio di un neutrino di Majorana leggero, questo limite sul tempo di dimezzamento corrisponde a un limite superiore di (90-305) meV sulla massa effettiva di Majorana, dove l'intervallo è dovuto ai calcoli di diversi elementi della matrice nucleare.

Nell'ipotesi di solo fondo si può anche estrarre un tasso medio di conteggi di fondo di 1,49 (4) x10<sup>-2</sup> conteggi /keV/kg/anno, il cui contributo principale (circa il 90%) è dovuto ad eventi alfa degradati.

## Mercoledì 14 aprile 2021 – Sessione chiusa

### Situazione finanziaria:

- DAMA: Si ribadisce che per finanziare i digitizer e/o partitori è necessario avere un programma e una chiara descrizione di ciò che si aspetta in termini di risultati. Un programma in cui ci si propone solo di aumentare le sigma della significatività statistica avrebbe poco senso.
- Il presidente preparerà una lettera che condividerà con la commissione dove si chiede una chiara pianificazione delle attività al fine di ottemperare alle richieste della collaborazione, ovvero i transient digitizer.
- Le piccole richieste di sj vengono accolte.

### Pianificazione finanziaria per i prossimi anni

- Il fondo indiviso risulta diminuito per gli anticipi a COSINUS, ICARUS e Borse per Laureandi, ma resta una grossa fetta il cui impiego va programmato bene ed in fretta. Si utilizzeranno per spese che sappiamo essere già stabilite e necessarie per i prossimi anni. L'impiego di questi fondi non può prescindere dalla pianificazione degli impegni degli anni futuri. Ad esempio DUNE, propone un impegno finanziario che passa da 12 a 18 M€ in 6 - 7 anni. Il CTS chiede alla CSNII di esprimersi su cosa pensa di poter sostenere nei prossimi anni: nello stato attuale la commissione garantisce 7 M€ in 7 anni.  
Materia oscura: difficile capire come gestire i diversi progetti in campo. Forse c'è bisogno di interpellare l'INFN per come sostenere i diversi grandi progetti.
- Spazio: per HERD non ci sono indicazioni sul rilascio dei fondi. L'ASI attende una risposta del governo.
- KM3: se diviene un ERIC non sarà probabilmente un grosso peso per la commissione. Va verificato il piano di costruzione.
- OG: ET potrebbe diventare un grosso impegno anche per la commissione ma non è detto. È comunque intenzione della CSN2 sostenerlo. Fino ad oggi tutti i fondi di costruzione per gli esperimenti di OG sono venuti dal ministero.
- Raggi Cosmici: AUGER è prossimo al completamento dell'upgrade, quindi non ci dovrebbero essere grosse incertezze sulla spesa per AUGER.
- Da comunicazioni informali si apprende che SWGO sarà presentato in CSNII, forse a Luglio, ma non si sa quanto è l'impegno previsto.
- JUNO: la spesa prevista per l'elettronica 790 kE potrebbe essere anticipata dal fondo indiviso. Da decidere entro maggio.
- Da indagare altri anticipi sui grandi progetti come DarkSide e DUNE, ma lo stadio dei progetti non permette di definire i capitoli su cui poter anticipare.

### SSDC:

- la CSNII dovrebbe esprimere l'interesse per SSDC in una lettera a nome della commissione. C'è bisogno di idee per motivare i ricercatori INFN che lavorano in SSDC a mantenere interesse in SSDC.
- Roberta Sparvoli scriverà una lettera che la commissione condividerà ed invierà alla Giunta per spiegare le specificità dell'SSDC, ed il "know-how" di SSDC, per chiederne di supportare il progetto.

### Implementazione PAQ:

- I progress report saranno chiesti a tutti. Ci sono poi alcuni esperimenti in una situazione particolare a cui bisogna decidere cosa chiedere: NEWS, PTOLEMY, DarkSide, DUNE, GINGER.

Approvato il verbale di Febbraio.