

Scheda B.1.b Gruppi di Ricerca

Le attività dei gruppi di ricerca sono anche descritte nella pagina web www.physics-astronomy.unibo.it/en/research/areas

APC – Fisica Applicata e dei Sistemi Complessi

L'attività di ricerca del settore si svolge in vari ambiti caratterizzati da una forte interdisciplinarietà: Medicina e Biologia, Ambiente, Beni Culturali, Fisica degli Acceleratori e Sistemi Complessi. Le principali tecniche sperimentali utilizzate spaziano dalla microscopia all'elettrofisiologia, dalla risonanza magnetica nucleare (NMR) ai raggi X. Vari modelli matematici (deterministici, stocastici, teoria dei network) sono utilizzati per caratterizzare fenomeni in ambito biomedico, ambientale, sociale e finanziario.

I gruppi appartenenti al settore sono coinvolti in numerosi Progetti di Ricerca sia a livello Nazionale che Europeo (FP7, H2020) su tematiche di elevato impatto sociale (genomica dell'invecchiamento e di patologie tumorali, impatto ambientale delle variazioni climatiche e dell'attività antropica, archeometria, dosimetria a raggi X e sviluppo di nuovi rivelatori, Big Data Analytics in ambito biomedico e sociale).

L'attività di ricerca si svolge in collaborazione con aziende private (ricerca & sviluppo, consulting), centri di ricerca e università internazionali (Brown University, Cambridge University, CERN, CNRS Marseille, ETH Zurich, DKFZ Heidelberg), enti nazionali (CNR, INBB, INFN).

AST – Astrofisica

Nel settore di Astrofisica si studiano i processi di formazione dell'universo e della sua evoluzione attraverso osservazioni in molteplici frequenze della radiazione elettromagnetica. Analogamente vengono elaborati modelli cosmologici e verifiche sperimentali dell'astrofisica. Il settore è coinvolto nella progettazione, sviluppo e realizzazione di molti progetti internazionali, nei quali si utilizzano alcuni tra i migliori strumenti di osservazione al mondo (HST, ESO VLT, Chandra, XMM-Newton, ALMA, VLA/VLBI, Gaia). Lo studio dell'universo realizzato con queste metodologie moderne all'avanguardia internazionale, congiunge il settore con quello della fisica subnucleare, pur nelle rispettive competenze specifiche, realizzando sinergie per la fisica astro-particellare.

Il Dipartimento dispone anche di propri strumenti di osservazione, regolarmente utilizzati anche dagli studenti: due telescopi ottici situati a Loiano (provincia di Bologna) (60 e 150 cm di diametro) e due radio-telescopi gestiti da INAF-IRA (la Croce del Nord, di proprietà dell'Università di Bologna e l'antenna parabolica VLBI di 32 m). Importante è anche la sinergia di calcolo scientifico con il CINECA (supercomputing) e con l'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF).

Tutte le ricerche in questo settore beneficiano del supporto diretto delle strutture presenti presso il Dipartimento universitario, o in località bolognesi limitrofe, tra le quali: INAF-OABO, INAF-IASF e INAF-IRA. Il settore di astrofisica e questi istituti di ricerca ora si trovano tutti nello stesso campus, presso il plesso del Navile (via Gobetti, Bologna), che complessivamente rappresenta il più grande centro italiano per la ricerca in astrofisica.

Le attività principali del Settore Astrofisica riguardano i seguenti temi di ricerca: stelle e popolazioni stellari (in particolare struttura, dinamica ed evoluzione degli ammassi globulari), proprietà fisiche di galassie, ammassi di galassie e della loro materia diffusa, fisica dei nuclei galattici attivi (AGN), cosmologia (formazione ed evoluzione delle strutture cosmiche, co-evoluzione delle galassie e AGN, missione spaziale Euclid), strumentazione e tecnologia (LBT, ESO E-ELT, ottiche adattive), storia dell' astronomia (Museo della Specola).

ATM – Fisica dell'Atmosfera

L'attività di ricerca svolta all'interno del gruppo di Fisica dell'Atmosfera tratta di questioni fondamentali connesse alla dinamica, al trasferimento radiativo, alla termodinamica dell'atmosfera terrestre e ai processi di trasporto e diffusione. Lo scopo ultimo delle ricerche del GFA è quello di migliorare la conoscenza dei processi fondamentali che regolano l'evoluzione dell'atmosfera nel breve periodo (meteorologia) e a lungo termine (climatologia) e contribuire al miglioramento dei modelli di previsione meteorologica, sviluppando strumenti osservativi e modellistici. Il GFA è pienamente integrato in un contesto di ricerca nazionale ed internazionale e collabora attivamente con numerosi centri di ricerca che si occupano di scienza dell'atmosfera a livello locale e internazionale.

I principali argomenti di ricerca sono:

Nubi in Troposfera: le fasi condensate in Troposfera sono studiate tramite l'analisi di misure effettuate da remoto sia con strumenti attivi che passivi, da dati raccolti in-situ e tramite lo sviluppo di modelli teorici. L'attività di ricerca è basata sullo sviluppo ed il miglioramento di algoritmi matematici per il calcolo di radianze e flussi ad alta risoluzione spettrale in presenza di strati che coinvolgono processi di diffusione multipla.

Meteorologia, climatologia urbana e fluidodinamica ambientale: l'attività di ricerca è focalizzata sulla comprensione e la modellazione del flusso e dei processi di dispersione in atmosfera così come del loro ruolo e feedback sul clima. L'accento è posto sulla termodinamica dei fenomeni atmosferici e dei sistemi ambientali a varie scale spazio-temporali che vanno da pochi metri a qualche chilometro e dalla frazione di secondi (turbolenza) ad anni (cambiamenti climatici). Attenzione è dedicata allo studio dell'ambiente urbano e del sistema città nel suo complesso, dalla sua "respirabilità" cioè dalla sua ventilazione "naturale" allo studio del flusso e dell'energia scambiata e trasportata tra gli strati di interfaccia.

Precipitazione e modelli di cristalli di ghiaccio: il gruppo è coinvolto nella caratterizzazione delle proprietà microfisiche e radiative degli elementi di precipitazione, attraverso misure ottenute da numerose campagne sperimentali con disdrometri e radar da terra, con il duplice obiettivo di migliorare la conoscenza dei processi microfisici collegati e il telerilevamento delle caratteristiche della precipitazione.

Fisica della Stratosfera: la conoscenza accurata della distribuzione verticale e dell'evoluzione temporale dei costituenti minoritari della stratosfera rappresenta la base per la comprensione dei processi chimico-fisici che governano fenomeni importanti, quali la diminuzione dell'ozono stratosferico, i cambiamenti climatici e il riscaldamento globale. Le misure remote spettralmente risolte della radianza atmosferica sono considerate uno degli strumenti più efficaci per la misura della composizione atmosferica su scala globale e con elevata frequenza temporale di campionamento.

Radiazione nel lontano infrarosso: l'emissione terrestre nel lontano infrarosso (FIR) è fortemente caratteristica del nostro pianeta e costituisce una componente fondamentale del bilancio energetico planetario e di conseguenza è di estrema importanza per la nostra comprensione del clima. Lo studio dell'emissione terrestre nel FIR e dei principali processi che ivi avvengono è un progetto pluridecennale del nostro gruppo.

DID – Didattica e Storia della Fisica

L'attività di ricerca svolta dal gruppo comprende studi relativi a: i) analisi dei fondamenti della fisica contemporanea (relatività, termodinamica, fisica quantistica) e loro ricostruzione in prospettiva didattica; b) analisi del ruolo dell'insegnamento/apprendimento della fisica per la promozione di un pensiero critico verso tematiche ambientali (ad esempio, il riscaldamento globale); c) comprensione/modellizzazione dell'apprendimento come processo individuale di cambiamento concettuale e appropriazione; d) costruzione di modelli di formazione degli insegnanti.

Lo sviluppo dei temi di ricerca implica la progettazione e sperimentazione di materiali didattici innovativi e la conduzione di attività didattiche pilota a diversi livelli scolastici e in contesti di formazione degli insegnanti.

Le principali ricerche del gruppo sono realizzate nell'ambito di collaborazioni internazionali e all'interno di progetti nazionali (PLS) e europei (FP7, Erasmus+).

GEO - Geofisica

Le attività di ricerca affrontano un ampio insieme di fenomenologie fisiche che avvengono nella Terra solida e liquida e in particolare riguardano la Sismologia, la Fisica del Vulcanismo, la Geodesia e l'Oceanografia. Queste attività di ricerca sono volte ad approfondire e sviluppare, in modo integrato, la conoscenza dello stato e della dinamica del Sistema Terra e sono anche propedeutiche alla formulazione di linee guida utili per la valutazione e la mitigazione dei rischi naturali connessi.

In ambito sismologico, gli studi sulla fisica della sorgente sismica e sulla meccanica delle faglie rappresentano un prerequisito teorico per inquadrare correttamente le analisi statistiche dell'andamento spazio-temporale della sismicità e la modellazione numerica dei maremoti. Il collettore naturale di tali studi sono le valutazioni di pericolosità sismica del territorio nazionale ai fini sia della normativa per le nuove costruzioni (a cui ricercatori del DIFA hanno partecipato e partecipano tuttora), le valutazioni di rischio mirate alla predisposizione di misure di prevenzione e soccorso in zona sismica e lo sviluppo di tecniche di early warning per i maremoti. In questo quadro si inseriscono anche le misure di deformazione crostale attraverso tecniche satellitari nonché quelle sulla risposta sismica dei suoli e l'imaging sismico. Le prime rappresentano un osservabile indipendente ma al tempo stesso strettamente connesso con la fase di rilascio sismico; le seconde completano le valutazioni di rischio dettagliando la diversa risposta sismica di aree tra loro vicine ma con diversa pericolosità. Le misure di deformazione da dati satellitari sono essenziali per il monitoraggio dello stato e della dinamica del Sistema Terra, in relazione anche all'innalzamento del livello marino che è motivo di seria preoccupazione sociale ed economica per una vasta parte della popolazione mondiale che vive in aree costiere o prossime a esse.

Le valutazioni di pericolosità e rischio vulcanico sono invece il collettore naturale degli studi di Fisica del Vulcanismo. In Italia, infatti, sono presenti almeno quattro aree (area Vesuviana, Campi Flegrei, area Etna e isole Eolie) in cui l'attività futura di vulcani ancora certamente attivi potrebbe produrre gravissime conseguenze sul territorio densamente urbanizzato delle vicine città (Napoli e Catania) o soggetto a grandi flussi turistici estivi (Eolie).

Le ricerche oceanografiche sono rivolte alla comprensione di base dei processi che sottintendono la variabilità climatica delle correnti del Mare Mediterraneo, le previsioni oceanografiche a corto termine e l'accoppiamento tra la fisica e la biochimica marina per la comprensione della dinamica della catena trofica e più in generale l'ecosistema marino.

Il settore di Fisica della Terra ha stretti legami di collaborazione scientifica con il Centro euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC) e con l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

MAT – Fisica della Materia

La ricerca svolta dai membri del Dipartimento che afferiscono al settore di Fisica della Materia affronta problematiche che sono alla base degli attuali avanzamenti della conoscenza sulle proprietà fisiche degli stati di aggregazione della materia e dei sistemi materiali ad “alto contenuto conoscitivo” (knowledge-based materials). La ricerca da noi svolta è pienamente inserita nel contesto internazionale, europeo e nazionale. È in parte finanziata da progetti nazionali (PRIN e FIRB) e internazionali (H2020 dell’Unione Europea, grandi infrastrutture di ricerca) ed è prevalentemente focalizzata su sistemi le cui proprietà fisiche sono alla base di significativi sviluppi tecnologici e che possono avere ricadute di grande rilevanza sociale (ad esempio lo studio di materiali nanostrutturati per applicazioni elettroniche, energetiche e biosensoristiche) e lo sviluppo di metodologie sperimentali avanzate nel campo della luce di sincrotrone e della spettroscopia laser.

Membri del settore sono responsabili di contratti di consulenza e trasferimento tecnologico stipulati tra il Dipartimento e aziende italiane e si avvalgono inoltre della partecipazione ai programmi di ricerca e sviluppo del CIRI-MaM (Centro Interdipartimentale per la Ricerca Industriale – Meccanica avanzata e Materiali). Questa attività ha portato al deposito di vari brevetti.

NSN – Fisica Nucleare e Sub- Nucleare

Il gruppo riunisce le linee di ricerca del settore concorsuale 02/A1, che sono articolate in più unità tematiche, ciascuna della quali ha un suo responsabile. In tali unità si studiano le interazioni fondamentali delle particelle elementari e dei nuclei attraverso esperimenti condotti presso grandi laboratori nazionali e internazionali. Le tipologie di ricerca possono essere classificate in tre grandi ambiti: la fisica subnucleare (dove si studiano principalmente le caratteristiche delle particelle fondamentali e dei mediatori delle forze in esperimenti con acceleratori di altissima energia), la fisica nucleare (dove si studiano proprietà dei nuclei o del quark-gluon-plasma in esperimenti con acceleratori) e la fisica astroparticellare (che studia aspetti nucleari o subnucleari attraverso l'osservazione di eventi di origine cosmica). Le attività condotte riguardano tutte le fasi di vita dei grandi esperimenti: identificazione dei processi fisici da misurare, ricerca e sviluppo su nuovi dispositivi per la rivelazione delle particelle, progettazione degli esperimenti attraverso studi di fattibilità e simulazioni Monte Carlo delle principali interazioni che si vogliono studiare, realizzazione, test e calibrazione degli strumenti, presa dati e analisi. L'intero processo si sviluppa su un arco temporale oggi dell'ordine di molti (10 o più) anni. Tutte le ricerche in questo settore beneficiano del supporto diretto dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare ed in particolare della sezione di Bologna dell'Istituto e del locale Centro Nazionale per la Ricerca e Sviluppo nelle Tecnologie Informatiche e Telematiche dell'Istituto (CNAF), entrambi presso i locali del Dipartimento universitario.

TEO – Fisica Teorica

Il gruppo di fisica teorica si occupa dello studio delle interazioni fondamentali e dei fenomeni fisici ed esse riconducibili, partendo da principi primi e dall'analisi dei dati sperimentali. In particolare si affronta lo studio teorico dei fenomeni riguardanti le particelle elementari e le loro interazioni, la meccanica quantistica, la teoria dei campi e delle corde, la fisica statistica, la relatività generale e la gravità quantistica con applicazioni alla cosmologia. La ricerca svolta in questo ambito avviene in stretta collaborazione con l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN).