

**CORSO DI STUDIO** *Physics (LM-17)*

**ANNO ACCADEMICO** 2023-2024

**DENOMINAZIONE DELL'INSEGNAMENTO** *Multimessenger Astrophysics*

Principali informazioni sull'insegnamento	
Anno di corso	2°
Periodo di erogazione	1° semestre: Settembre - Dicembre 2023
Crediti formativi universitari (CFU/ECTS):	3
SSD	FIS/05
Lingua di erogazione	Inglese
Modalità di frequenza	Raccomandata, non obbligatoria

Docente	
Nome e cognome	Elisabetta Bissaldi
Indirizzo mail	Elisabetta.bissaldi@poliba.it
Telefono	349 2939262
Sede	Dipartimento Interateneo di Fisica, Via E. Orabona 4, 70125, Bari
Sede virtuale	
Ricevimento	Ogni martedì, dalle 10 alle 12, previo appuntamento

Organizzazione della didattica			
Ore			
Totali	Didattica frontale	Pratica (laboratorio, campo, esercitazione, altro)	Studio individuale
75	16	15	44
CFU/ECTS			
3	2	1	

<b>Obiettivi formativi</b>	<p><i>Conoscenze avanzate dell'astrofisica dei raggi gamma nel contesto multimessaggero.</i></p> <p><i>Principali proprietà delle sorgenti extragalattiche: focus su Gamma-Ray Bursts (GRB) e Nuclei Galattici Attivi (AGN).</i></p> <p><i>Osservatori spaziali e terrestri attualmente operativi.</i></p> <p><i>Enfasi sulle ultime scoperte scientifiche nell'astrofisica multimessaggera:</i></p> <p><i>(1) scoperta di onde gravitazionali (gravitational waves, GW) e loro associazione con controparti elettromagnetiche, ad es. GRB 170817°;</i></p> <p><i>(2) osservazione dell'emissione di neutrini dalla direzione di AGN noti, ad es. TX 0506+056.</i></p>
<b>Prerequisiti</b>	<i>Concetti base di astrofisica, fisica stellare, fisica dei raggi cosmici</i>

<b>Metodi didattici</b>	<i>Lezioni frontali in aula, con il supporto del videoproiettore e di altri computer connessi in rete, attività di team building durante le esercitazioni laboratoriali, revisione tra pari.</i>
-------------------------	--

<b>Risultati di apprendimento previsti</b>	
<b>DD1</b> Conoscenza e capacità di comprensione	<p>DD1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Conoscenza degli aspetti di base dei fenomeni astrofisici ad alta energia</i></li> <li>• <i>Focus sulla fisica dei GRB e sulla connessione con le onde gravitazionali</i></li> <li>• <i>Focus sulla fisica degli AGN e sulla connessione con i rilevamenti di neutrini</i></li> </ul>

<p><b>DD2</b> Conoscenza e capacità di comprensione applicate</p> <p><b>DD3-5</b> Competenze trasversali</p>	<p><b>DD2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Capacità di analizzare criticamente e riassumere un articolo scientifico;</li> <li>● Capacità di eseguire semplici analisi dei dati sperimentali ottenuti dagli strumenti a bordo del satellite Fermi</li> <li>● Competenze informatiche relative all'elaborazione e all'analisi dei dati nonché alla presentazione di campioni di dati;</li> </ul> <p><b>DD3</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Autonomia di giudizio <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Capacità di stimare e classificare le sorgenti astrofisiche analizzate in base alle relative proprietà spettrali e temporali.</li> </ul> </li> <li>● Abilità comunicative <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Capacità di espressione in lingua inglese;</li> <li>b. Abilità di presentazione;</li> <li>c. Abilità nell'esposizione di risultati sperimentali utilizzando un linguaggio scientifico appropriato;</li> </ul> </li> <li>● Capacità di apprendere in modo autonomo <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Capacità di apprendere e trasferire semplici procedure sperimentali;</li> <li>b. Capacità di lavorare in gruppo, e di inserirsi rapidamente ed efficacemente negli ambienti di lavoro.</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Contenuti di insegnamento (Programma)</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Rivelazione della radiazione gamma (satellitare e telescopi): rivelatori a scintillazione, telescopi a produzione di coppia, telescopi Cherenkov. <ul style="list-style-type: none"> <li>o Missioni spaziali attualmente operative: highlight su Fermi, con i suoi due strumenti, il Large Area Telescope (LAT) e il Gamma-Ray Burst Monitor (GBM).</li> <li>o Telescopi Cherenkov attualmente operativi: MAGIC, H.E.S.S. Prospettive per il futuro Cherenkov Telescope Array (CTA).</li> </ul> </li> <li>2) Sorgenti extragalattiche visibili alle energie dei raggi gamma: focus su AGN e GRB. Caratteristiche temporali e spettrali. Studi multifrequenza. Domande aperte nel contesto multimessaggero.</li> <li>3) Teoria e rivelazione delle onde gravitazionali. Interferometri.</li> <li>4) Principi di rivelazione dei neutrini. L'esperimento IceCube.</li> <li>5) Astrofisica multimessaggero: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Osservazioni di onde gravitazionali di LIGO/Virgo dal 2015 al 2020.</li> <li>o Caso di studio: emissione di GW e segnale elettromagnetico dall'evento GRB 170817A / GW 170817 osservato da LIGO/Virgo e Fermi.</li> </ul> </li> </ol> <p>Caso di studio: emissione di neutrini e segnale elettromagnetico dalla direzione del blazar TXS 0506+056 osservato da IceCube, Fermi e MAGIC.</p>
<p><b>Testi di riferimento</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Spurio – “Probes of Multimessenger Astrophysics”</li> <li>2. Longair – “High-energy astrophysics”</li> <li>3. De Angelis &amp; Pimenta - “Introduction to Particle and Astroparticle Physics”</li> <li>4. Pubblicazioni recenti</li> </ol>
<p><b>Note ai testi di riferimento</b></p>	<p>Il testo di riferimento principale è il n.1. Gli altri testi possono essere consultati per rivedere concetti introduttivi e/o più specifici. Saranno inoltre presentate durante il corso una serie di recenti pubblicazioni del settore per approfondire alcuni aspetti.</p>
<p><b>Materiali didattici</b></p>	<p>Disponibili su Google Drive.</p>
<p><b>Valutazione</b></p>	
<p>Modalità di verifica dell'apprendimento</p>	<p>Relazione finale (20 min, 70%), esame orale (10 min, 30%)</p>
<p>Criteria di valutazione</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Conoscenza e capacità di comprensione: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Solida conoscenza dei principi di base dell'astrofisica multimessaggero</li> </ul> </li> <li>● Conoscenza e capacità di comprensione applicate:</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>o <i>Capacità di identificare e discutere vari tipi di sorgenti astrofisiche come AGN e GRB;</i></li> <li>o <i>Capacità di stimare gli errori di una misura e di rappresentare graficamente i dati sperimentali in modo appropriato;</i></li> <li>● <i>Autonomia di giudizio:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>o <i>Capacità di valutare, descrivere e discriminare le proprietà temporali e spettrali delle sorgenti astrofisiche, ad es. tra GRB corti e lunghi;</i></li> </ul> </li> <li>● <i>Abilità comunicative:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>o <i>Capacità di scrivere un rapporto riassuntivo completo;</i></li> <li>o <i>Capacità di presentare i risultati in modo chiaro ed esauriente</i></li> </ul> </li> <li>● <i>Capacità di continuare ad apprendere:</i></li> </ul> <p><i>Curiosità e interesse ad approfondire e approfondire la conoscenza</i></p>
<p>Criteria di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale</p>	<p><i>Report finale chiaro ed esaustivo; Solide conoscenze dimostrate durante l'esame orale finale. Il voto finale è attribuito in trentesimi. L'esame si intende superato quando il voto è maggiore o uguale a 18.</i></p>
<p><b>Altro</b></p>	