

Principali informazioni sull'insegnamento	
Denominazione dell'insegnamento	<i>Astrofisica gamma nel contesto multimessaggero</i>
Corso di studio	<i>Fisica</i>
Anno di corso	<i>2020-2021</i>
Crediti formativi universitari (CFU) / European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS)	3
SSD	<i>FIS/05</i>
Lingua di erogazione	<i>Inglese</i>
Periodo di erogazione	<i>Settembre / Novembre 2021</i>
Obbligo di frequenza	<i>No</i>

Docente	
Nome e cognome	<i>Elisabetta Bissaldi</i>
Indirizzo mail	<a href="mailto:elisabetta.bissaldi@ba.infn.it">elisabetta.bissaldi@ba.infn.it</a>
Telefono	<i>3492939262</i>
Sede	<i>Dipartimento Interateneo di Fisica, Via E. Orabona 4, 70125, Bari</i>
Sede virtuale	
Ricevimento (giorni, orari e modalità)	<i>Venerdì, dalle 16 alle 18. Ricevimento virtuale su Microsoft Teams.</i>

Syllabus	
<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 Nuclei Galattici Attivi (AGN) e Gamma-Ray Bursts (GRB).</i></p> <p><i>Osservatori spaziali e terrestri attualmente operativi.</i></p> <p><i>Enfasi sulle ultime scoperte scientifiche nell'astrofisica multimessaggera dal 2017:</i></p> <p><i>(1) scoperta di onde gravitazionali (gravitational waves, GW) e loro associazione con controparti elettromagnetiche, ad es. GRB 170817A</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>Contenuti di insegnamento (Programma)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) <i>Rivelazione della radiazione gamma (satellitare e telescopi): rivelatori a scintillazione, telescopi a produzione di coppia, telescopi Cherenkov.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>o <i>Missioni spaziali attualmente operative: highlight su Fermi, con i suoi due strumenti, il Large Area Telescope (LAT) e il Gamma-Ray Burst Monitor (GBM).</i></li> <li>o <i>Telescopi Cherenkov attualmente operativi: MAGIC, H.E.S.S. Prospettive per il futuro Cherenkov Telescope Array (CTA).</i></li> </ul> </li> <li>2) <i>Sorgenti extragalattiche visibili alle energie dei raggi gamma: focus su AGN e GRB. Caratteristiche temporali e spettrali. Studi multifrequenza. Domande aperte nel contesto multimessaggero.</i></li> <li>3) <i>Teoria e rivelazione delle onde gravitazionali. Interferometri.</i></li> <li>4) <i>Principi di rivelazione dei neutrini. L'esperimento IceCube.</i></li> <li>5) <i>Astrofisica multimessaggero:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>o <i>Osservazioni di onde gravitazionali di LIGO/Virgo dal 2015 al 2020.</i></li> <li>o <i>Caso di studio: emissione di GW e segnale elettromagnetico dall'evento GRB 170817A / GW 170817 osservato da LIGO/Virgo e Fermi.</i></li> <li>o <i>Caso di studio: emissione di neutrini e segnale elettromagnetico dalla</i></li> </ul> </li> </ol>

	<i>direzione del blazar TXS 0506+056 osservato da IceCube, Fermi e MAGIC.</i>
<b>Testi di riferimento</b>	<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>
<b>Note ai testi di riferimento</b>	<i>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.</i>

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

<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>Conoscenza e capacità di comprensione</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Aspetti di base dei fenomeni astrofisici ad alta energia</i> <ul style="list-style-type: none"> <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> </li> </ul>
<b>Conoscenza e capacità di comprensione applicate</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Capacità di analizzare criticamente e riassumere un articolo scientifico;</i></li> <li>• <i>Capacità di eseguire semplici analisi dei dati sperimentali ottenuti dagli strumenti a bordo del satellite Fermi</i></li> <li>• <i>Competenze informatiche relative all'elaborazione e all'analisi dei dati nonché alla presentazione di campioni di dati;</i></li> </ul>
<b>Competenze trasversali</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Autonomia di giudizio</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Capacità di stimare e classificare le sorgenti astrofisiche analizzate in base alle relative proprietà spettrali e temporali.</i></li> </ul> </li> <li>• <i>Abilità comunicative</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Capacità di espressione in lingua inglese;</i></li> <li>○ <i>Abilità di presentazione;</i></li> <li>○ <i>Abilità nell'esposizione di risultati sperimentali utilizzando un linguaggio scientifico appropriato;</i></li> </ul> </li> <li>• <i>Capacità di apprendere in modo autonomo</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Capacità di apprendere e trasferire semplici procedure sperimentali;</i></li> <li>○ <i>Capacità di lavorare in gruppo, e di inserirsi rapidamente ed efficacemente negli ambienti di lavoro.</i></li> </ul> </li> </ul>

<b>Valutazione</b>	
Modalità di verifica dell'apprendimento	<i>Relazione di laboratorio (50%), esame orale (50%)</i>
Criteri di valutazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Conoscenza e capacità di comprensione:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Solida conoscenza dei principi di base dell'astrofisica multimessaggero</i></li> </ul> </li> <li>• <i>Conoscenza e capacità di comprensione applicate:</i></li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Capacità di identificare e discutere vari tipi di sorgenti astrofisiche come AGN e GRB;</i></li> <li>○ <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>○ <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>○ <i>Capacità di scrivere un rapporto riassuntivo completo;</i></li> <li>○ <i>Capacità di presentare i risultati in modo chiaro ed esauriente</i></li> </ul> </li> <li>• <i>Capacità di continuare ad apprendere:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Curiosità e interesse ad approfondire e approfondire la conoscenza</i></li> </ul> </li> </ul>
<p>Criteri 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.</i></p>
<p><b>Altro</b></p>	