

**CORSO DI STUDIO *Physics (LM-17)***
**ANNO ACCADEMICO 2024-2025**
**DENOMINAZIONE DELL'INSEGNAMENTO *General Relativity***

Principali informazioni sull'insegnamento	
Anno di corso	2°
Periodo di erogazione	1° semestre: Settembre – Dicembre 2024
Crediti formativi universitari (CFU/ECTS):	6
SSD	FIS/02
Lingua di erogazione	Inglese
Modalità di frequenza	Raccomandata, non obbligatoria

Docente	
Nome e cognome	Alessandro Mirizzi
Indirizzo mail	Alessandro.mirizzi@uniba.it
Telefono	
Sede	Dipartimento di Fisica – Università' di Bari
Sede virtuale	
Ricevimento	In presenza e online. Previo appuntamento

Organizzazione della didattica			
Ore			
Totali	Didattica frontale	Pratica (laboratorio, campo, esercitazione, altro)	Studio individuale
150	40	15	95
CFU/ECTS			
6	5	1	

<b>Obiettivi formativi</b>	Introduzione alla teoria della relatività' generale e al formalismo delle varietà' Riemanniane. Applicazione allo studio di sistemi gravitazionali relativistici
<b>Prerequisiti</b>	Relatività' speciale, elettromagnetismo e teoria dei campi classica, elementi di base di Fisica Teorica e di Teoria delle Interazioni Fondamentali.

<b>Metodi didattici</b>	Lezioni/esercitazioni in aula, alla lavagna. ..
-------------------------	--

<b>Risultati di apprendimento previsti</b>  <i>Da indicare per ciascun Descrittore di Dublino (DD=</i>	<b>DD1:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Comprensione del metodo scientifico, della natura e delle modalità della ricerca in Fisica</li> <li>● Conoscenza dei metodi matematici e probabilistici per la fisica</li> <li>● Conoscenza delle nozioni di base della teoria della relatività' generale e delle tecniche di calcolo ad essa associate; comprensione della descrizione geometrica dell'interazione gravitazionale e del formalismo della geometria Riemanniana.</li> </ul> <b>DD2:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Capacità di identificare gli elementi essenziali di un fenomeno</li> </ul>
--	--

<p><b>DD1</b> Conoscenza e capacità di comprensione</p> <p><b>DD2</b> Conoscenza e capacità di comprensione applicate</p> <p><b>DD3-5</b> Competenze trasversali</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Capacità di utilizzare lo strumento dell'analogia per applicare soluzioni conosciute a problemi nuovi (problem solving)</li> <li>o Capacità di utilizzo di strumenti di calcolo matematico analitico e numerico</li> <li>o Applicazione del formalismo geometrico-tensoriale al calcolo dei principali effetti gravitazionali relativistici</li> </ul> <p><b>DD3-5:</b> <i>Autonomia di giudizio.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Capacità di lavorare con crescenti gradi di autonomia, anche assumendo responsabilità nella programmazione di progetti e nella gestione di strutture</li> <li>o Sviluppo di un corretto senso critico nei confronti dei vari modelli matematici che stanno alla base della descrizione fisica delle interazioni fondamentali.</li> </ul> <p><i>Abilità comunicative.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Competenze nella comunicazione in lingua italiana e in lingua inglese nei settori avanzati della Fisica</li> <li>o Capacità di presentare e discutere i problemi della fisica gravitazionale in modo logico, completo e formalmente corretto.</li> </ul> <p><i>Capacità di apprendere.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Acquisizione di strumenti conoscitivi di base per l'aggiornamento continuo delle conoscenze</li> <li>o Abilità nella consultazione della letteratura specialistica in formato cartaceo e/o elettronico. Autonomia nell'approccio a un problema di teoria gravitazionale e nella scelta del metodo di risoluzione.</li> </ul>
<p><b>Contenuti di insegnamento (Programma)</b></p>	<p>- Complementi di relatività ristretta. Simmetrie dell'azione e correnti conservate: teorema di Noether. Invarianza per traslazione e tensore canonico energia-impulso. Esempi: campo scalare, campo elettromagnetico, particelle puntiformi, fluido perfetto (cenni). Equazioni del moto ed equazioni di conservazione.</p> <p>- Principio di general-covarianza. Sistemi non-inerziali e geometria non-euclidea. Principio di equivalenza. Calcolo tensoriale in una varietà Riemanniana. Densità tensoriali. Trasformazioni infinitesime di coordinate e isometrie. Connessione affine e derivata covariante. Curve autoparallele. Simboli di Christoffel, torsione e non-metricità. Principio di minimo accoppiamento. Equazioni di Maxwell in uno spazio curvo.</p> <p>- Equazione della geodetica. Limite Newtoniano. Dilatazione temporale e red-shift gravitazionale. Equazione di deviazione geodetica e tensore di curvatura di Riemann. Esempio: curvatura di una varietà massimamente simmetrica. Identità di Bianchi. Equazioni di Einstein. Costante cosmologica. Conservazione covariante del tensore dinamico energia-impulso. Equazione del moto per un corpo di prova non-puntiforme (cenni).</p> <p>- Approssimazione di campo debole. Gauge armonico e limite statico. Verifiche sperimentali della relatività generale: deflessione e ritardo dei segnali</p>

	<p>elettromagnetici. Onde gravitazionali: polarizzazione ed elicità per un'onda piana monocromatica.</p> <p>- Soluzione esatta a simmetria sferica per le equazioni di Einstein nel vuoto: metrica di Schwarzschild. Moto geodetico e precessione del perielio. Orizzonte di Schwarzschild e coordinate di Kruskal.</p>
<b>Testi di riferimento</b>	<p>S. Weingberg, <i>Gravitation and cosmology</i>, John Wiley &amp; Sons (1972)</p> <p>M. Gasperini, <i>Theory of Gravitational Interactions</i> (Second Edition, Springer International, 2017).</p> <p>Sean Carroll, <i>Spacetime and Geometry: An Introduction to General Relativity</i> (Cambridge Univ. Press, 2019)</p>
<b>Note ai testi di riferimento</b>	
<b>Materiali didattici</b>	

<b>Valutazione</b>	
Modalità di verifica dell'apprendimento	Prova scritta e orale sui contenuti del corso
Criteri di valutazione	<p><i>Conoscenza e capacità di comprensione:</i> conoscere e comprendere gli elementi di base della relatività generale e del formalismo della geometria Riemanniana per la descrizione degli effetti gravitazionali relativistici;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Conoscenza e capacità di comprensione applicate:</i> saper risolvere semplici esercizi di relatività generale e di teoria della gravitazione con metodi di calcolo tensoriale covariante;</li> <li>• <i>Autonomia di giudizio:</i> conoscere e saper discutere le principali differenze fisiche e le analogie formali tra i modelli relativistici e/o geometrici delle diverse interazioni fondamentali, ai fini di una loro possibile descrizione unificata;</li> <li>• <i>Abilità comunicative:</i> saper presentare e illustrare con chiarezza e proprietà di linguaggio le principali applicazioni e conseguenze della teoria gravitazionale di Einstein;</li> <li>• <i>Capacità di apprendere:</i> saper applicare le nozioni e i metodi di calcolo appresi a problemi di teoria gravitazionale anche in contesti fisici diversi da quelli discussi nel corso.</li> </ul>
Criteri di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale	Voto numerico in trentesimi attribuito al candidato in base ai criteri di valutazione sopra elencati.
<b>Altro</b>	
	.