

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

**ANNO ACCADEMICO** 2023-2024

**DENOMINAZIONE DELL'INSEGNAMENTO** *Physics of space electric propulsion*

Principali informazioni sull'insegnamento	
Anno di corso	2°
Periodo di erogazione	1° semestre: Settembre - Dicembre 2023
Crediti formativi universitari (CFU/ECTS):	3
SSD	FIS/03
Lingua di erogazione	Inglese
Modalità di frequenza	Raccomandata, non obbligatoria

Docente	
Nome e cognome	Francesco Taccogna
Indirizzo mail	francesco.taccogna@istp.cnr.it
Telefono	0805929514 / 3490886529
Sede	CNR-ISTP, area della ricerca di Bari, via Amendola 122/D, stanza 410, Bari
Sede virtuale	
Ricevimento	Venerdi dalle 10:00 alle 12:00 in persona o da remoto con prenotazione via email

Organizzazione della didattica			
Ore			
Totali	Didattica frontale	Pratica (laboratorio, campo, esercitazione, altro)	Studio individuale
75	24		51
CFU/ECTS			
3	3		

<b>Obiettivi formativi</b>	<i>Preparazione specializzata nei concetti e nei sistemi di propulsione elettrica, con particolare enfasi sui meccanismi di produzione ed accelerazione di ioni</i>
<b>Prerequisiti</b>	<i>Termodinamica, Teoria cinetica dei gas, Elettromagnetismo, Fisica atomica e molecolare, fisica computazionale</i>

<b>Metodi didattici</b>	<i>Lezioni in aula utilizzando lavagna e presentazione di diapositive. Programmazione con codici numerici in FORTRAN per descrivere la cinetica e la dinamica del plasma in semplici configurazioni di propulsori.</i>
-------------------------	--

<b>Risultati di apprendimento previsti</b>	
<b>DD1</b> Conoscenza e capacità di comprensione	<p><b>- Descrittore di Dublino 1:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o <i>Comportamenti collettivi ed individuali dei plasmi</i></li> <li>o <i>Descrizione cinetica del plasma fuori equilibrio</i></li> <li>o <i>Configurazioni elettromagnetico per la ionizzazione del gas e l'accelerazione ionica</i></li> <li>o <i>Approcci computazionali cinetici e fluidodinamici per la simulazione del plasma</i></li> </ul>
<b>DD2</b> Conoscenza e capacità di comprensione applicate	<p><b>- Descrittore di Dublino 2:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o <i>Configurazioni di scariche elettriche in gas</i></li> <li>o <i>Propulsione spaziale al plasma per il mantenimento di stazioni satellitari e missioni interplanetarie</i></li> </ul>

<b>DD3-5 Competenze trasversali</b>	<p>- <b>Descrittore di Dublino 3</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <i>Autonomia di giudizio</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ acquisizione di conoscenze, capacità di comprensione critica e capacità di utilizzare in modo creativo e costruttivo le informazioni provenienti dalle lezioni del corso per sviluppare modelli analitici e numerici dei propulsori elettrici fino a proporre soluzioni originali</li> </ul> </li> </ul> <p>- <b>Descrittore di Dublino 4</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <i>Abilità comunicative</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ capacità di illustrare l'argomento del corso in modo ponderato, chiaro, sintetico, efficace e con correttezza espressiva</li> </ul> </li> </ul> <p>- <b>Descrittore di Dublino 5</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <i>Capacità di apprendere in modo autonomo</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ approccio alla letteratura specialistica e sviluppo di spirito critico</li> <li>○ lavoro in gruppo ed inserimento rapido ed efficace nel mondo del lavoro</li> </ul> </li> </ul>
<b>Contenuti di insegnamento (Programma)</b>	<p>1. <i>Fondamenti di propulsione spaziale: equazione del razzo, analisi della missione</i></p> <p>2. <i>Fondamenti di fisica del plasma:</i></p> <p>2.a <i>Descrizioni cinetiche e fluide del plasma</i></p> <p>2.b <i>Proprietà individuali del plasma: Collisioni nei plasm, Moto di una singola carica</i></p> <p>2.c <i>Proprietà collettive del plasma: Plasma ideale, lunghezza di Debye e frequenza di Langmuir, Trasporto nel plasma (diffusione e mobilità), Transizione ed interazione plasma-parete, Onde in plasm</i></p> <p>3. <i>Propulsione spaziale elettrica: Propulsione elettrotermica (resistogetto e arcogetto), Propulsione elettrostatica (FEEP e motore ionico), Propulsore ad effetto Hall, Propulsione elettromagnetica (plasma pulsato, MPD ed ugelli magnetici)</i></p> <p>4. <i>Modelli per la propulsione al plasma con esperienza di laboratorio numerico</i></p>
<b>Testi di riferimento</b>	<p>- R.G. Jahn, <i>Physics of Electric Propulsion</i>, Dover, 2006.</p> <p>- D.M. Goebels, I. Katz, <i>Fundamentals of Electric Propulsion: Ion and Hall Thrusters</i>, Wiley, 2008.</p> <p>- M. Andreucci, <i>Electric Propulsion: Concepts and Implementations</i>, AP, 2022.</p>
<b>Note ai testi di riferimento</b>	
<b>Materiali didattici</b>	- <i>Dispense fornite dai docenti</i>

<b>Valutazione</b>	
Modalità di verifica dell'apprendimento	<p><i>Colloquio in cui lo studente sarà tenuto a:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>rispondere a domande su uno o più argomenti del corso;</i></li> <li>- <i>sviluppare per iscritto la soluzione di un problema originale affrontabile utilizzando le informazioni delle lezioni del corso in modo creativo e costruttivo.</i></li> </ul> <p><i>Entrambi gli aspetti saranno ponderati allo stesso modo (50%).</i></p>
Criteri di valutazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <i>Conoscenza e capacità di comprensione:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ derivare dai principi primi una propria soluzione ai problemi dati mediante l'introduzione delle relative semplificazioni e/o approssimazioni;</li> <li>○ giustificare l'introduzione delle semplificazioni e/o approssimazioni utilizzate;</li> <li>○ valutare e discutere il livello atteso di accuratezza e i limiti di applicazione della soluzione proposta.</li> </ul> </li> <li>● <i>Conoscenza e capacità di comprensione applicate:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ utilizzare le conoscenze acquisite per risolvere problemi di accelerazione del plasma</li> </ul> </li> <li>● <i>Autonomia di giudizio:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sviluppo di strumenti fisici e matematici per modellare adeguatamente i problemi fisici relativi alle scariche elettriche in gas</li> </ul> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Abilità comunicative:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ esprimere in modo appropriato concetti fisici e matematici che caratterizzano la propulsione spaziale al plasma</li> <li>○ Acquisire un linguaggio rigoroso ed appropriato per comunicare la propulsione spaziale basata sui plasmi</li> </ul> </li> <li>● Capacità di apprendere:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sviluppare strumenti matematici e fisici per creare modelli numerici di propulsori elettrici</li> </ul> </li> </ul>
<p>Criteria di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale</p>	<p><i>Chiarezza nell'esposizione orale dei concetti fisici</i></p>
<p><b>Altro</b></p>	