



**MINISTERO DELL' ISTRUZIONE**

**dell'UNIVERSITA' DELLA**

**RICERCA UFFICIO SCOLASTICO REGIONALE PER IL LAZIO**

**LICEO SCIENTIFICO STATALE**

**Teresa Gullace Talotta**

Cod. Min. RMPS46000L – C.F. 97001530589 - E-mail : rmeps46000l@istruzione.it  
00173 Roma – Piazza Cavalieri del Lavoro, 18 - Tel 06121122650 — Fax (06)72.22.722  
Succursale: 00175 Roma – Via A. Solmi, 27 Tel. (06) 71.00.380

Anno scolastico 2024/2025

## **DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E FISICA**

### **PROGRAMMAZIONE DI FISICA SCIENTIFICO – QUINTO ANNO**

#### **Premessa: Indicazioni Nazionali**

Considerando che le Linee generali e competenze delle Indicazioni Nazionali per il Liceo Scientifico, nel quinto anno, affermano che “Lo studente completerà lo studio dell'elettromagnetismo con l'induzione magnetica e le sue applicazioni, per giungere, privilegiando gli aspetti concettuali, alla sintesi costituita dalle equazioni di Maxwell. Lo studente affronterà anche lo studio delle onde elettromagnetiche, della loro produzione e propagazione, dei loro effetti e delle loro applicazioni nelle varie bande di frequenza. Il percorso didattico comprenderà le conoscenze sviluppate nel XX secolo relative al microcosmo e al macrocosmo, accostando le problematiche che storicamente hanno portato ai nuovi concetti di spazio e tempo, massa ed energia. L'insegnante dovrà prestare attenzione a utilizzare un formalismo matematico accessibile agli studenti, ponendo sempre in evidenza i concetti fondanti”.

Le indicazioni nazionali affermano inoltre che il percorso dello studio liceale della Fisica potrebbe concludersi significativamente dopo aver affrontato gli aspetti più salienti della meccanica quantistica (quanto di luce, effetto fotoelettrico, ipotesi di Planck, dualismo onda corpuscolo, e principio di indeterminazione di Heisenberg). Il Dipartimento decide quindi di lasciare, coerentemente a quanto suggerito dalle Indicazioni Nazionali, gli argomenti di Fisica Moderna (astrofisica e cosmologia, particelle elementari, energia nucleare, modello standard), che saranno trattati solo a livello teorico, come temi di approfondimento sulla base dell'interesse della classe o delle occasioni di poter frequentare laboratori o progetti esterni alla Scuola.

## Descrizione del corso e finalità

- Conoscenza del metodo ipotetico-deduttivo
- Conoscenza delle proprietà formali dei principali argomenti studiati
- Conoscenza di concetti, principi e regole
- Risoluzione di problemi attraverso il modello matematico opportuno
- Uso appropriato del linguaggio tecnico-scientifico
- Interpretazione di fenomeni reali attraverso l'utilizzo di competenze e conoscenze acquisite

# Modulo n°1: interazioni magnetiche e campi magnetici

## Obiettivi Didattici

Conoscenze	Abilità	Competenze
<ul style="list-style-type: none"> <li>● I magneti.</li> <li>● Caratteristiche del campo magnetico.</li> <li>● Il campo magnetico terrestre.</li> <li>● La forza di Lorentz.</li> <li>● La regola della mano destra.</li> <li>● Il moto di una carica in un campo elettrico e in un campo magnetico.</li> <li>● La forza magnetica su un filo percorso da corrente.</li> <li>● Il momento torcente su una spira percorsa da corrente.</li> <li>● Il campo magnetico generato da un filo percorso da corrente.</li> <li>● La seconda regola della mano destra.</li> <li>● La legge di Biot-Savart.</li> <li>● Forze magnetiche tra fili percorsi da corrente.</li> <li>● Il campo magnetico generato da una spira percorsa da corrente.</li> <li>● Il solenoide.</li> <li>● Il flusso del campo magnetico.</li> <li>● Il teorema di Gauss.</li> <li>● La circuitazione del campo magnetico.</li> <li>● Il teorema di Ampère.</li> </ul> <p><u>Approfondimenti</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Il selettore di velocità.</li> <li>● Lo spettrometro di massa.</li> <li>● Il motore elettrico.</li> <li>● I materiali magnetici.</li> <li>● La temperatura di Curie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Saper mettere a confronto campo magnetico e campo elettrico.</li> <li>● Rappresentare le linee di forza del campo magnetico.</li> <li>● Determinare intensità, direzione e verso della forza di Lorentz.</li> <li>● Descrivere il moto di una particella carica all'interno di un campo magnetico.</li> <li>● Calcolare la forza magnetica su un filo percorso da corrente, tra fili percorsi da corrente e il momento torcente su una spira percorsa da corrente.</li> <li>● Determinare tutte le caratteristiche del campo vettoriale generato da fili, spire e solenoidi percorsi da corrente.</li> <li>● Calcolare la circuitazione di un campo magnetico con il teorema di Ampère.</li> </ul> <p><u>Approfondimenti</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Descrivere il funzionamento di un motore elettrico.</li> <li>● Interpretare a livello microscopico le differenze tra i diversi materiali magnetici.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Osservare e identificare fenomeni.</li> <li>● Formulare ipotesi esplicative utilizzando modelli, analogie e leggi.</li> <li>● Formalizzare un problema di fisica e applicare gli strumenti matematici e disciplinari rilevanti per la sua risoluzione.</li> <li>● Fare esperienza e rendere ragione del significato dei vari aspetti del metodo sperimentale, dove l'esperimento è inteso come interrogazione ragionata dei fenomeni naturali, scelta delle variabili significative, raccolta e analisi critica dei dati e dell'affidabilità di un processo di misura, costruzione di modelli.</li> <li>● Comprendere e valutare le scelte scientifiche e tecnologiche che interessano la società in cui vive.</li> </ul>

<b>Contenuti disciplinari</b>	<b>Scansione temporale</b>
Modulo 1	Inizio scuola - Primi di Novembre

## Modulo n°2: induzione elettromagnetica

### Obiettivi Didattici

Conoscenze	Abilità	Competenze
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La forza elettromagnetica indotta e le correnti indotte.</li> <li>• La forza elettromagnetica indotta in un conduttore in moto.</li> <li>• La legge di Faraday- Neumann.</li> <li>• La legge di Lenz.</li> <li>• Le correnti parassite.</li> <li>• La mutua induzione e l'autoinduzione.</li> <li>• L'induttanza.</li> <li>• L'alternatore.</li> <li>• La corrente alternata.</li> <li>• Valori efficaci in corrente alternata.</li> <li>• Il trasformatore.</li> </ul> <p><u>Approfondimenti</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'energia immagazzinata in un solenoide.</li> <li>• Densità di energia del campo magnetico.</li> <li>• I circuiti, resistivo, capacitivo e induttivo, in corrente alternata.</li> <li>• La reattanza capacitiva e induttiva.</li> <li>• Lo sfasamento tra corrente e tensione in un condensatore e in un induttore.</li> <li>• I circuiti <i>RLC</i> in corrente alternata.</li> <li>• L'impedenza.</li> <li>• La risonanza nei circuiti elettrici.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ricavare la legge di Faraday-Neumann.</li> <li>• Interpretare la legge di Lenz in funzione del principio di conservazione dell'energia.</li> <li>• Calcolare l'induttanza di un solenoide.</li> <li>• Calcolare i valori delle grandezze elettriche efficaci.</li> </ul> <p><u>Approfondimenti</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Risolvere circuiti semplici in corrente alternata.</li> <li>• Calcolare l'energia immagazzinata in un solenoide.</li> <li>• Calcolare lo sfasamento tra corrente e tensione.</li> <li>• Analizzare e risolvere i circuiti <i>RLC</i> in corrente alternata.</li> <li>• Confrontare risonanza meccanica e risonanza elettrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Osservare e identificare fenomeni.</li> <li>• Formulare ipotesi esplicative utilizzando modelli, analogie e leggi.</li> <li>• Formalizzare un problema di fisica e applicare gli strumenti matematici e disciplinari rilevanti per la sua risoluzione.</li> <li>• Fare esperienza e rendere ragione del significato dei vari aspetti del metodo sperimentale, dove l'esperimento è inteso come interrogazione ragionata dei fenomeni naturali, scelta delle variabili significative, raccolta e analisi critica dei dati e dell'affidabilità di un processo di misura, costruzione di modelli.</li> <li>• Comprendere e valutare le scelte scientifiche e tecnologiche che interessano la società in cui vive.</li> </ul>

<b>Contenuti disciplinari</b>	<b>Scansione temporale</b>
Modulo 2	Primi di Novembre - Primi di Febbraio

## Modulo n°3: le equazioni di Maxwell e le onde elettromagnetiche

### Obiettivi Didattici

Conoscenze	Abilità	Competenze
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Il campo elettrico indotto.</li> <li>● La corrente di spostamento.</li> <li>● Le equazioni di Maxwell del campo elettromagnetico.</li> <li>● Generazione, propagazione e ricezione delle onde elettromagnetiche.</li> <li>● Lo spettro elettromagnetico.</li> <li>● L'energia trasportata da un'onda elettromagnetica.</li> <li>● Relazione tra campo elettrico e campo magnetico.</li> <li>● L'irradiazione.</li> <li>● L'effetto Doppler.</li> <li>● La polarizzazione delle onde elettromagnetiche.</li> </ul> <p><u>Approfondimenti</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● I materiali polarizzatori.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Collegare il campo elettrico indotto e il campo magnetico variabile.</li> <li>● Descrivere i meccanismi di generazione, propagazione e ricezione delle onde elettromagnetiche.</li> <li>● Distinguere le varie parti dello spettro elettromagnetico.</li> <li>● Calcolare la densità di energia di un'onda elettromagnetica e l'irradiazione da essa prodotto.</li> <li>● Applicare l'effetto Doppler alle onde elettromagnetiche.</li> <li>● Comprendere il concetto di polarizzazione delle onde elettromagnetiche.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Osservare e identificare fenomeni.</li> <li>● Formulare ipotesi esplicative utilizzando modelli, analogie e leggi.</li> <li>● Formalizzare un problema di fisica e applicare gli strumenti matematici e disciplinari rilevanti per la sua risoluzione.</li> <li>● Fare esperienza e rendere ragione del significato dei vari aspetti del metodo sperimentale, dove l'esperimento è inteso come interrogazione ragionata dei fenomeni naturali, scelta delle variabili significative, raccolta e analisi critica dei dati e dell'affidabilità di un processo di misura, costruzione di modelli.</li> <li>● Comprendere e valutare le scelte scientifiche e tecnologiche che interessano la società in cui vive.</li> </ul>

Contenuti disciplinari	Scansione temporale
Modulo 3	Primi di Febbraio - Metà di Aprile

## Modulo n°4: relatività ristretta

### Obiettivi Didattici

Conoscenze	Abilità	Competenze
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La luce e la legge di composizione delle velocità.</li> <li>• L'esperimento di Michelson-Morley.</li> <li>• I postulati della relatività ristretta: il principio di relatività e il principio di invarianza della velocità della luce.</li> <li>• Trasformazioni di Lorentz</li> <li>• La relatività del tempo e dello spazio: dilatazione temporale e contrazione delle lunghezze.</li> <li>• Simultaneità degli eventi.</li> <li>• La quantità di moto relativistica.</li> <li>• L'equivalenza massa-energia.</li> <li>• L'energia cinetica relativistica.</li> <li>• La velocità "limite".</li> <li>• La composizione relativistica delle velocità.</li> </ul> <p><u>Approfondimenti</u></p> <p>Spazio di Minkowski</p> <p>Relatività generale (cenni)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saper applicare le equazioni per la dilatazione dei tempi, individuando correttamente il tempo proprio e il tempo dilatato.</li> <li>• Saper distinguere, nel calcolo delle distanze, tra lunghezza propria e lunghezza contratta.</li> <li>• Mettere a confronto quantità di moto relativistiche e non-relativistiche.</li> <li>• Comprendere la relazione di equivalenza tra massa ed energia ed applicarla nel calcolo di energie o variazioni di massa.</li> <li>• Applicare la formula per la composizione relativistica delle velocità.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Osservare e identificare fenomeni.</li> <li>• Formulare ipotesi esplicative utilizzando modelli, analogie e leggi.</li> <li>• Formalizzare un problema di fisica e applicare gli strumenti matematici e disciplinari rilevanti per la sua risoluzione.</li> <li>• Fare esperienza e rendere ragione del significato dei vari aspetti del metodo sperimentale, dove l'esperimento è inteso come interrogazione ragionata dei fenomeni naturali, scelta delle variabili significative, raccolta e analisi critica dei dati e dell'affidabilità di un processo di misura, costruzione di modelli.</li> <li>• Comprendere e valutare le scelte scientifiche e tecnologiche che interessano la società in cui vive.</li> </ul>

Contenuti disciplinari	Scansione temporale
Modulo 4	Metà Aprile - Metà Maggio

## Modulo n°5: particelle e onde

### Obiettivi Didattici

Conoscenze	Abilità	Competenze
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Il dualismo onda-corpuscolo.</li> <li>● Il corpo nero e le caratteristiche della radiazione di corpo nero.</li> <li>● L'ipotesi di quantizzazione di Planck.</li> <li>● L'ipotesi del fotone e la sua energia.</li> <li>● L'effetto fotoelettrico e il lavoro di estrazione.</li> <li>● La lunghezza d'onda di de Broglie e la natura ondulatoria della materia.</li> <li>● Il principio di indeterminazione di Heisenberg.</li> </ul> <p><u>Approfondimenti</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● La quantità di moto di un fotone e l'effetto Compton.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Analizzare le caratteristiche della radiazione di corpo nero.</li> <li>● Descrivere l'effetto fotoelettrico secondo Einstein.</li> <li>● Descrivere la dualità onda-corpuscolo.</li> <li>● Applicare il principio di indeterminazione di Heisenberg.</li> </ul> <p><u>Approfondimenti</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Calcolare la variazione della lunghezza d'onda nell'effetto Compton.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Osservare e identificare fenomeni.</li> <li>● Formulare ipotesi esplicative utilizzando modelli, analogie e leggi.</li> <li>● Formalizzare un problema di fisica e applicare gli strumenti matematici e disciplinari rilevanti per la sua risoluzione.</li> <li>● Fare esperienza e rendere ragione del significato dei vari aspetti del metodo sperimentale, dove l'esperimento è inteso come interrogazione ragionata dei fenomeni naturali, scelta delle variabili significative, raccolta e analisi critica dei dati e dell'affidabilità di un processo di misura, costruzione di modelli.</li> <li>● Comprendere e valutare le scelte scientifiche e tecnologiche che interessano la società in cui vive.</li> </ul>

Contenuti disciplinari	Scansione temporale
Modulo 5	Metà Maggio - Fine scuola

## ARGOMENTI DI APPROFONDIMENTO

<b>La natura dell'atomo</b>	<p>Il modello atomico di Rutherford. Gli spettri a righe. Le caratteristiche del modello di Bohr dell'atomo di idrogeno: orbite stazionarie, emissione di fotoni, momento angolare dell'elettrone. Le energie e i raggi delle orbite di Bohr. I diagrammi dei livelli energetici. Lo spettro a righe dell'atomo di idrogeno. Gli spettri di emissione e gli spettri di assorbimento. La quantizzazione del momento angolare di de Broglie. L'atomo di idrogeno secondo la meccanica quantistica. Il principio di esclusione di Pauli. La tavola periodica degli elementi. I raggi X. Raggi X caratteristici e Bremsstrahlung. L'emissione stimolata di radiazione e il laser. L'emissione spontanea.</p>	<p>Calcolare le energie e i raggi delle orbite di Bohr. Rappresentare in diagramma i valori di energia e comprendere la differenza tra stato fondamentale e stati eccitati. Distinguere tra spettri di emissione e spettri di assorbimento. Mettere in relazione la teoria di de Broglie e l'ipotesi di Bohr sul momento angolare. Descrivere l'atomo di idrogeno secondo la meccanica quantistica. Distinguere tra emissione spontanea ed emissione stimolata di radiazione.</p>
<b>Fisica nucleare e radioattività</b>	<p>La struttura del nucleo: numero atomico e numero di massa. Gli isotopi. Le dimensioni del nucleo. L'interazione nucleare forte. L'energia di legame. Il difetto di massa. L'unità di massa atomica. La radioattività: i decadimenti alfa, beta e gamma. Il neutrino. Il decadimento radioattivo e l'attività. La legge del decadimento radioattivo. Le datazioni radiometriche. Le famiglie radioattive.</p>	<p>Distinguere tra numero di massa e numero atomico. Spiegare le caratteristiche degli isotopi. Interpretare la forza nucleare in termini di stabilità dei nuclei. Saper calcolare le masse nucleari in unità di massa atomica. Applicare la legge del decadimento radioattivo per il calcolo delle diverse grandezze che in essa compaiono. Applicare la legge del decadimento radioattivo nella datazione di reperti. Interpretare le famiglie radioattive in termini di sequenze di decadimenti.</p>
<b>Radiazioni ionizzanti</b>	<p>Le radiazioni ionizzanti. L'esposizione e la sua unità di misura. La dose assorbita e le sue unità di misura. L'effetto biologico delle radiazioni:</p>	<p>Distinguere le reazioni nucleari spontanee e le reazioni nucleari indotte. Distinguere e classificare le numerose particelle elementari.</p>

	<p>fattore di qualità ed equivalente di dose.</p> <p>Le reazioni nucleari indotte.</p> <p>Gli elementi transuranici.</p> <p>Gli isotopi dell'uranio.</p> <p>La fissione nucleare.</p> <p>La reazione a catena.</p> <p>I reattori nucleari e i suoi componenti.</p> <p>La fusione nucleare.</p> <p>Il confinamento magnetico.</p> <p>Le particelle elementari.</p> <p>La classificazione delle particelle.</p> <p>La teoria dei quark.</p> <p>Il modello standard.</p> <p>La cosmologia.</p> <p>L'allontanamento delle galassie: la legge di Hubble.</p> <p>La teoria del Big Bang.</p> <p>Il modello standard per l'evoluzione dell'Universo.</p>	<p>Interpretare la legge di Hubble in termini di Universo in espansione.</p>
--	---	--

## Metodologie utilizzate

X	Lezione frontale classica	X	Lezioni in laboratorio
X	Lezione frontale anche con l'uso di mezzi audiovisivi		Esercitazioni individuali
X	Lezione interattiva con discussione docente-studenti	X	Lavori di gruppo

## Strumenti utilizzati

X	Libri di testo, dispense	X	Audiovisivi
	Biblioteca	X	Appunti
X	Supporti informatici		

## Spazi utilizzati

X	Aule normali		Laboratorio di informatica
	Aule speciali	X	Laboratorio di fisica
	Palestra		

## Strumenti di verifica

X	Prova scritta		Prova scritto-grafica
X	Interrogazione orale	X	Relazioni, ricerche
	Prova pratica	X	Interrogazioni, dialogo con la classe
	Prova grafica		Prova pratico-grafica

## Criteri di valutazione

### Criteri di valutazione

La valutazione si atterrà a quanto deliberato nel PTOF e nelle riunioni di dipartimento, sia per i descrittori dei livelli di valutazione, sia per il numero minimo di prove.

Nella stesura di ciascuna prova di verifica verrà preliminarmente stilata una griglia di valutazione, facoltativamente quella comune approvata dal Dipartimento di Matematica e Fisica, correlata alla prova stessa, al fine di garantire una valutazione oggettiva.

Durante il processo di apprendimento si verificheranno i seguenti parametri:

1. il lavoro scolastico in classe
2. i contributi degli studenti durante le lezioni
3. le esercitazioni individuali o collettive
4. i compiti svolti a casa autonomamente

Per la valutazione sommativa verranno assegnate prove formali adeguate a verificare le conoscenze, il livello di sviluppo delle abilità, la capacità di problematizzazione e di rielaborazione personale dei contenuti, la proprietà espressiva, pertinenza e logicità dell'esposizione.

La valutazione finale terrà conto delle conoscenze, abilità e competenze raggiunte, e in particolare sarà funzione delle seguenti voci :

- livelli di partenza;
- regolarità nella frequenza;
- impegno e partecipazione al dialogo educativo;
- processo evolutivo e ritmi di apprendimento;

- valutazione formativa;
- capacità e volontà di recupero;
- valutazione sommativa.

# Obiettivi minimi

## Il campo magnetico

- Riconoscere che un magnete può esercitare una forza su una carica in moto.
- Riconoscere che un magnete può esercitare una forza su un filo percorso da corrente.
- Calcolare il raggio della traiettoria circolare descritta da una carica in moto in un campo magnetico uniforme.
- Calcolare la forza magnetica su un filo percorso da corrente e le forze tra conduttori percorsi da corrente.
- Calcolare il momento torcente su una spira e su una bobina immerse in un campo magnetico.
- Calcolare campi magnetici generati da spire e da bobine.
- Determinare le caratteristiche del campo magnetico di un solenoide.
- Applicare il teorema di Ampère per determinare il campo magnetico di un solenoide.

## L'induzione elettromagnetica

- Stabilire in quali condizioni si genera una forza elettromotrice in un circuito immerso in un campo magnetico.
- Stabilire in quali condizioni si genera una forza elettromotrice in un conduttore in movimento all'interno di un campo magnetico.
- Calcolare la f.e.m. indotta in un circuito mediante la legge di Faraday-Neumann-Lenz.
- Calcolare l'induttanza di un solenoide.

## La corrente alternata

- Riconoscere l'impiego dell'alternatore in dispositivi che trasformano energia meccanica in energia elettrica
- Calcolare i valori efficaci di un circuito in corrente alternata
- Determinare l'espressione analitica della fem indotta.

## Le equazioni di Maxwell e le onde elettromagnetiche

- Calcolare la fem indotta in un circuito mediante la legge di Faraday-Neumann-Lenz.
- Valutare l'importanza della corrente di spostamento per la simmetria delle equazioni di Maxwell
- Utilizzare la relazione che lega campo elettrico e campo magnetico di un'onda elettromagnetica.
- Calcolare la densità di energia di un'onda elettromagnetica.

## La relatività ristretta

- Stabilire l'inerzialità di sistemi di riferimento in moto relativo.

- Riconoscere che la simultaneità tra due eventi non è assoluta.
- Calcolare intervalli di tempo in sistemi inerziali in moto relativo.
- Calcolare lunghezze e distanze in sistemi inerziali in moto relativo.

#### Cinematica e dinamica relativistiche

- Comprendere che il rapporto causa-effetto fra due eventi non dipende dal sistema di riferimento.
- Applicare la legge relativistica della composizione delle velocità.
- Utilizzare le espressioni relativistiche della quantità di moto e dell'energia.
- Utilizzare la relazione che lega variazione di massa e energia emessa o assorbita da un corpo.

#### Oltre la fisica classica: la quantizzazione dell'energia

- Stabilire come cambia lo spettro di emissione di un corpo nero al variare della sua temperatura
- Riconoscere che il fotone di Einstein generalizza la quantizzazione degli scambi energetici di Planck.
- Calcolare temperatura e potenza emessa da un corpo nero analizzando la distribuzione spettrale della sua radiazione elettromagnetica.
- Calcolare l'energia massima dei fotoelettroni, conoscendo il lavoro di estrazione.
- Comprendere i limiti interpretativi che la teoria di Maxwell manifesta a livello di processi elementari.

## Interdisciplinarietà

Il Dipartimento si riserva di determinare raccordi in corso d'anno, tenendosi in costante contatto con gli insegnanti delle altre materie. Ciò compatibilmente con i singoli programmi svolti.

## Eventi e iniziative

Il Dipartimento favorisce la partecipazione dei ragazzi di quinta ad attività di approfondimento ed orientamento con le facoltà di Fisica di Tor Vergata e Sapienza, come le masterclasses di Fisica delle particelle, la partecipazione ad Open Day e conferenze dei LNFN di Frascati.

Il Dipartimento di Matematica e Fisica