

5.4. FISICA

Coordinatore del Dipartimento di Fisica: prof. Riccardo Giannitrapani

Docenti componenti il Dipartimento di Fisica: proff. Francesco De Stefano, Renato Donsi, Matteo Fogale, Riccardo Giannitrapani, Silvia Guarrera, Giorgia Lauzzana, Tiziano Sandro Lenisa, Stefano Lo Nardo, Paolo Mainardis, Antonella Malisano, Luca Marinatto, Teodoro Natelli, Ornella Paolini, Riccardo Sangoi, Luisa Scuor, Sergio Zampa.

Introduzione

Il curriculum di Fisica del Liceo Scientifico si articola su un percorso quinquennale, consentendo l'acquisizione di metodologie, conoscenze e competenze durante tutto il corso di studi. Risulta dunque evidente la natura portante della materia e la possibilità di inquadrarla in un percorso culturale e storico interdisciplinare, così come richiesto dalle nuove indicazioni della riforma. Le competenze generali e trasversali che uno studente di Liceo Scientifico deve acquisire alla fine di tale percorso sono enunciate e motivate nei documenti ministeriali. In particolare lo studente deve saper:

- **F1** osservare e identificare fenomeni;
- **F2** formulare ipotesi esplicative utilizzando modelli, analogie e leggi;
- **F3** formalizzare un problema di fisica e applicare gli strumenti matematici e disciplinari rilevanti per la sua risoluzione;
- **F4** fare esperienza e rendere ragione del significato dei vari aspetti del metodo sperimentale, dove l'esperienza è intesa 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 e/o validazione di modelli;
- **F5** comprendere e valutare le scelte scientifiche e tecnologiche che interessano la società in cui vive.

Tali competenze evidenziano la natura della disciplina e la sua importanza in un curriculum trasversale, fornendo in linea di principio non solo una conoscenza scientifica di base, traguardo fondamentale da un punto di vista culturale, ma anche una competenza volta al saper analizzare e risolvere problemi di natura complessa e variegata.

Per perseguire tali competenze, il Dipartimento di Fisica del Liceo Scientifico Marinelli ritiene necessario delineare nel dettaglio le conoscenze e le abilità che formano il curriculum ed in questo documento le presenta dettagliate nella loro sequenza temporale, tipica di una materia verticale come la Fisica. Gli argomenti disciplinari qui presentati costituiscono un nucleo minimo sicuramente ambizioso che viene proposto nello spirito di una sperimentazione delle nuove linee guida nazionali e che andrà, nel corso dei prossimi anni, sottoposto a verifica ed eventualmente a nuova taratura.

La scansione temporale indicata è solo indicativa, le conoscenze, competenze ed abilità vanno considerate in termini globali di primo biennio, secondo biennio e quinto anno. Per ogni anno si sono inoltre indicati alcuni collegamenti con la matematica che risultano necessari per affrontare il curriculum di fisica; tali argomenti verranno talvolta anticipati in forma sintetica dal docente di Fisica per poi essere sviluppati in modo rigoroso e formale nel curriculum di Matematica e costituiscono, in ogni caso, un importante punto di contatto interdisciplinare e culturale tra le due materie.

Primo biennio

Nel primo biennio lo studente acquista le conoscenze di base della disciplina, ne sperimenta la metodologia sia nella modellazione teorica dei problemi, sia nella loro realizzazione pratica in laboratorio. L'argomento principale, la meccanica nella sua doppia articolazione di cinematica e dinamica, costituisce un primo terreno adatto all'apprendimento della materia ed allo sviluppo delle prime competenze.

Classe prima

MODULO 1: Le grandezze fisiche e la misura

- **Contenuti:** Il metodo sperimentale. Fenomeni fisici, grandezze fisiche e misura di una grandezza fisica. Il Sistema Internazionale (S.I.): grandezze fondamentali, grandezze derivate e unità di misura. Strumenti di misura. La notazione scientifica. Ordini di grandezza e loro valutazione. Teoria degli errori: errori accidentali e sistematici; errore assoluto, relativo e percentuale; la propagazione dell'errore nella somma e nel prodotto. Principali relazioni fra grandezze: proporzionalità diretta, inversa, lineare, quadratica. Grandezze scalari e grandezze vettoriali. Somma vettoriale e prodotto per uno scalare.
- **Abilità:** Operare con le grandezze fisiche e le loro unità di misura, calcolare l'errore di una misura, rappresentare le leggi fisiche in quanto relazioni matematiche, risolvere semplici equazioni e ricavare formule inverse, operare con i vettori e con le loro componenti.

MODULO 2: Le forze e l'equilibrio

- **Contenuti:** Definizione operativa di forza: il dinamometro e la legge delle deformazioni elastiche. Vari tipi di forze e loro composizione. Forze di reazione vincolare, tensione di una corda, forza di attrito statico, forza elastica, forza peso, piano inclinato. La condizione di equilibrio di un punto materiale. Il momento di una forza rispetto ad un punto. Condizioni di equilibrio per un corpo rigido. Il baricentro di un corpo. La pressione in un fluido in equilibrio; la pressione atmosferica. Legge di Pascal, legge di Stevin e legge di Archimede.
- **Abilità:** risolvere semplici problemi sull'equilibrio di un punto materiale, calcolare il momento di forze e di coppie di forze, risolvere semplici problemi sull'equilibrio del corpo rigido (equazioni cardinali della statica), utilizzare le leggi della fluidostatica per la soluzione di semplici problemi.

Classe seconda

MODULO 3: Cinematica

- **Contenuti:** Variabili cinematiche e moti rettilinei, moto rettilineo uniforme e uniformemente accelerato. Diagrammi spazio tempo e velocità tempo. Moti piani: introduzione al moto parabolico ed al moto circolare uniforme.
- **Abilità:** Costruire diagrammi spazio-tempo e velocità-tempo relativi al moto di un corpo. Risolvere problemi sul moto rettilineo uniforme e sul moto rettilineo uniformemente accelerato. Saper utilizzare le funzioni goniometriche elementari per analizzare e risolvere problemi sul moto piano.

MODULO 4: Dinamica del punto material

- **Contenuti:** Forza e moto. Massa inerziale e principi della dinamica del punto materiale. Cenni su sistemi di riferimento inerziali e non inerziali, forze apparenti. Forza centripeta e moto circolare uniforme. Forza di attrito dinamico.
- **Abilità:** Applicare i principi della dinamica all'analisi ed alla risoluzione di situazioni reali e di problemi. Utilizzare le leggi della dinamica per calcolare il valore di forze, masse ed accelerazioni. Determinare le caratteristiche del moto di un corpo conoscendo le condizioni iniziali e le forze ad esso applicate. Risalire dal moto di un corpo alle forze applicate ad esso.

MODULO 5: Energia

- **Contenuti:** Prodotto Scalare tra Vettori. Lavoro ed energia cinetica; teorema dell'energia cinetica. Forze conservative e forze dissipative, energia potenziale e principio di conservazione dell'energia meccanica. Bilancio energetico ed energia termica.
- **Abilità:** applicare i principi di conservazione alla risoluzione di problemi di meccanica, saper analizzare un problema od una situazione fisica da un punto di vista energetico.

Esperimenti di laboratorio

1. MISURE RIPETUTE DI LUNGHEZZA, VOLUME E DENSITA'
2. DIPENDENZA TRA LUNGHEZZA E PERIODO DEL PENDOLO
3. LEGGE DI HOOKE SULLE DEFORMAZIONI ELASTICHE DI UNA MOLLA
4. EQUILIBRIO DI FORZE E LEGGE DEL PARALLELOGRAMMA
5. EQUILIBRIO DI MOMENTI SU ASTA GRADUATA
6. SPINTA DI ARCHIMEDE E MISURA DI DENSITA'
7. ESPERIENZE QUALITATIVE CON LA POMPA PNEUMATICA E LA CAMPANA A VUOTO
8. EMISFERI DI MAGDEBURGO
9. MOTO RETTILINEO UNIFORME
10. MOTO DI CADUTA LIBERA DI UN GRAVE
11. ESPERIENZA DI FLETCHER PER IL SECONDO PRINCIPIO DELLA DINAMICA
12. MISURA DI COEFFICIENTI D'ATTRITO STATICO E DINAMICO
13. MOTO PARABOLICO

Secondo biennio

Il secondo biennio vede un rafforzarsi degli strumenti matematici a disposizione dello studente ed una conseguente enfasi sui modelli matematici della fisica ed il loro studio. Lo studente è portato non solo ad analizzare modelli esistenti, ma a proporre egli stesso, in contesti semplificati, modelli interpretativi della realtà sperimentale. Si conclude in questo biennio la Meccanica e la si affianca alla Termodinamica ed alla teoria delle onde.

Viene infine iniziato il percorso sui campi elettrici e magnetici che costituisce il completamento della Fisica Classica prima del salto verso la Fisica Moderna.

Classe terza

MODULO 6: Quantità di moto ed urti

- **Contenuti:** centro di massa e sistemi di punti materiali, quantità di moto, impulso di una forza e teorema dell'impulso, conservazione della quantità di moto, urti e loro classificazione, cenni su urti in due dimensioni.
- **Abilità:** analizzare e risolvere problemi di interazione meccanica tra oggetti puntiformi, determinare la tipologia degli urti, saper discutere la natura di sistemi isolati ed il passaggio a diversi sistemi di riferimento

MODULO 7: Dinamica rotazionale

- **Contenuti:** Grandezze angolari e loro confronto con le grandezze lineari. Frequenza, pulsazione e periodo di un moto circolare uniforme. Moto uniforme e uniformemente accelerato angolari, energia cinetica rotazionale, momento di inerzia, momento torcente e momento angolare. Dinamica di un corpo rigido. Conservazione del momento angolare.
- **Abilità:** saper cogliere le analogie tra dinamica rotazionale e traslazionale, saper analizzare e risolvere problemi che coinvolgono sia moti traslazionali che rotazionali, utilizzare i principi di conservazione per determinare proprietà di un sistema fisico.

MODULO 8: Gravitazione

- **Contenuti:** Leggi di Keplero e sistema solare, legge di gravitazione universale di Newton, energia potenziale gravitazionale, cenni su orbite ed energie, deduzione delle leggi di Keplero, velocità di fuga.
- **Abilità:** saper contestualizzare da un punto di vista storico la nascita delle leggi del moto planetario, saper risolvere semplici problemi di calcolo orbitale, saper applicare a casi reali le leggi della gravitazione, saper collegare l'argomento con la forza peso.

MODULO 9: Fluidodinamica

- **Contenuti:** Fluido ideale, moto laminare, equazione di continuità, equazione di Bernoulli.
- **Abilità:** saper risolvere semplici problemi di fluidodinamica, saper analizzare qualitativamente l'applicazione del principio di Bernoulli ad oggetti reali, saper discutere il principio da un punto di vista energetico.

MODULO 10: Termologia e termodinamica

- **Contenuti:** Temperatura e calore, dilatazione termica, scale termometriche, calore specifico, transizioni di fase e calori latenti, trasmissione del calore per conduzione, convezione ed irraggiamento. Calore e lavoro, prima legge della termodinamica ed energia interna. Moli e massa molecolare, teoria cinetica dei gas, Numero di Avogadro, stati termodinamici, trasformazioni reversibili ed irreversibili, rappresentazione nel piano P-V. Leggi dei gas perfetti. Entropia e secondo principio della termodinamica nelle formulazioni di Clausius e Kelvin, macchine termiche ideali, rendimento, macchine termiche reali.

- **Abilità:** saper analizzare un problema termico o termodinamico, anche da un punto di vista energetico, saper discutere l'equivalenza delle varie forme di energia e di scambi di energia, saper analizzare trasformazioni termodinamiche, anche usando il piano P-V, saper discutere l'irreversibilità di determinati processi, saper cogliere la natura fisica del secondo principio della termodinamica in termini probabilistici.

Classe quarta

MODULO 11: Moto armonico ed onde

- **Contenuti:** Moto armonico semplice, forze elastiche e di richiamo, moto del pendolo, energia media, oscillazioni libere, smorzate, forzate, risonanza. Onde trasversali e longitudinali, ampiezza, lunghezza d'onda e frequenza, velocità di un'onda, equazione d'onda, principio di sovrapposizione, interferenza di onde, onde stazionarie e risonanza.
- **Abilità:** saper descrivere un fenomeno ondulatorio nello spazio e nel tempo, saper risolvere l'equazione delle onde in casi particolari, saper applicare i concetti della goniometria all'analisi della sovrapposizione di onde.

MODULO 12: Acustica

- **Contenuti:** Onde acustiche, velocità del suono, interferenza, intensità di livello sonoro, strumenti musicali e cenni di analisi armonica, battimenti, effetto Doppler, velocità supersoniche.
- **Abilità:** saper descrivere un'onda acustica e determinarne le caratteristiche specifiche, saper analizzare e risolvere problemi di propagazione ed interferenza sonora

MODULO 13: Ottica geometrica

- **Contenuti:** Raggio luminoso, Principio di Fermat, leggi della riflessione, proprietà ottiche dei materiali, leggi della rifrazione, indice di rifrazione, equazioni per sistemi ottici centrati semplici (lenti e specchi)
- **Abilità:** calcolare l'angolo di riflessione e l'angolo di rifrazione di un raggio luminoso, risolvere semplici problemi sugli specchi e sulle lenti, costruire le immagini di specchi e lenti in modo grafico.

MODULO 14: Ottica fisica

- **Contenuti:** Interferenza, diffrazione, diffusione, dispersione spettrale.
- **Abilità:** saper risolvere problemi semplici di propagazione ondulatoria della luce.

MODULO 15: Elettrostatica

- **Contenuti:** Carica elettrica, proprietà elettriche dei materiali, conduttori ed isolanti, legge di Coulomb, analogie con il campo gravitazionale, quantizzazione e conservazione della carica, campo elettrico e sua rappresentazione, flusso del campo e teorema di Gauss, campo di una carica puntiforme, campo di dipolo elettrico, campo di una distribuzione lineare, piana, a simmetria sferica, moto di una carica puntiforme in campo elettrico. Energia potenziale e potenziale elettrico. Capacità elettrica e condensatori.

- **Abilità:** saper delineare le differenze e le similitudini tra campo elettrico e gravitazionale, anche in rapporto al moto dei corpi, saper determinare il campo elettrico ed i suoi effetti in contesti generali, saper risolvere semplici circuiti elettrici, saper discutere i fenomeni elettrici da un punto di vista energetico, saper descrivere in modo rigoroso il concetto di campo.

MODULO 16: Magnetostatica

- **Contenuti:** Definizione del campo magnetico, circuitazione del campo e legge di Ampere, flusso del campo magnetico, definizione operativa di corrente elettrica e forza magnetica agente su un filo percorso da corrente, momento di dipolo magnetico e momento torcente di una spira, campo generato da un filo, da una spira, da un solenoide, forza di Lorentz, moti di una carica elettrica in campi magnetici ed elettrici e loro applicazioni.
- **Abilità:** saper cogliere le differenze sostanziali con il campo elettrico, saper determinare il campo magnetico ed i suoi effetti in contesti generali, saper descrivere quantitativamente il modo di cariche in campi elettrici e magnetici.

Esperimenti di laboratorio

1. Urti unidimensionali elastici e anelastici su rotaia a cuscinio d'aria
2. Misura del momento d'inerzia
3. Misure di calori specifici e latenti
4. Conduzione del calore attraverso una sbarra
5. COMPORTAMENTO TERMICO ANOMALO DELL'ACQUA A BASSA TEMPERATURA
6. VISUALIZZAZIONE DELLO STATO DI PUNTO CRITICO
7. Misure di massa con una bilancia inerziale
8. Misura dell'accelerazione di gravità con il pendolo semplice
9. OSCILLAZIONI DI UNA MOLLA
10. Osservazione dei fenomeni ondulatori con l'ondoscopio
11. DIAPASON E battimenti
12. Diffrazione da singola e da doppia fenditura
13. ESPERIENZE QUALITATIVE INTRODUTTIVE ALL'ELETTROSTATICA
14. ESPERIENZE QUALITATIVE INTRODUTTIVE ALLA MAGNETOSTATICA
15. ESPERIENZE QUALITATIVE SULLA FORZA DI LORENTZ CON I TUBI DI CROOKES

Quinto anno

L'ultimo anno è fondamentale per il curriculum di fisica; la fisica dei campi classici, elettrico e magnetico, si conclude con la sintesi ottocentesca del campo elettromagnetico e le problematiche da esso sollevate che portarono, nei primi del novecento, alla nascita della fisica moderna. Lo studente sarà quindi impegnato nel completare il proprio percorso culturale con due delle sfide intellettuali più importanti della nostra epoca: la teoria della relatività e la fisica quantistica. Non si è potuto fare a meno di includere anche qualche

cenno all'astrofisica ed alla cosmologia che oggi, insieme alla fisica delle particelle elementari, rappresentano i campi di frontiera dove la fisica sta cercando nuovi modelli e nuovi paradigmi interpretativi.

Classe quinta

MODULO 17: Correnti ed induzione magnetica

- **Contenuti:** Richiami sulla capacità elettrica, corrente continua e resistenza elettrica. Lavoro, energia e f.e.m. leggi di Ohm, maglie e nodi, principi di Kirchhoff, circuito RC, andamento esponenziale di carica e scarica di un condensatore. Effetto Joule. Legge di induzione di Faraday, Legge di Lenz. Autoinduzione e mutua induzione, circuito oscillante LC ed RLC.
- **Abilità:** saper utilizzare la legge di Faraday per descrivere semplici fenomeni d'induzione e risolvere circuiti dipendenti dal tempo.

MODULO 18: Equazioni di Maxwell ed onde elettromagnetiche

- **Contenuti:** Richiami su flusso e circuitazione di campo, legge di Gauss, legge di Ampère, corrente di spostamento, equazioni di Maxwell, onde elettromagnetiche e loro proprietà, spettro elettromagnetico, trasporto di energia e vettore di Poynting, pressione di radiazione.
- **Abilità:** saper descrivere un'onda elettromagnetica e derivarne le caratteristiche principali, saper risolvere le equazioni di Maxwell in casi particolari.

MODULO 19: Relatività

- **Contenuti:** la ricerca dell'etere, esperimenti di Michelson-Morley, principio di relatività ed invarianza della velocità della luce, diagrammi spazio-tempo e piano di Minkowski, dilatazione dei tempi e contrazione delle lunghezze, leggi di trasformazioni tra sistemi di riferimento inerziale, equivalenza massa energia, estensione del principio di relatività e forze non inerziali, principio di equivalenza e cenni di relatività generale.
- **Abilità:** saper inquadrare in ambito storico e culturale la relatività, saper risolvere semplici problemi di cinematica relativistica, saper discutere i processi energetici che coinvolgono la trasformazione di massa, saper descrivere lo spaziotempo anche utilizzando diagrammi spaziotemporali, saper descrivere un fenomeno in diversi sistemi di riferimento, saper distinguere tra forze inerziali ed apparenti e conoscere le peculiarità di quest'ultime.

MODULO 20: Fisica quantistica

- **Contenuti:** Crisi della meccanica classica, radiazione di corpo nero, effetto fotoelettrico, effetto Compton, atomo di Bohr, dualismo onda-particella, principio di indeterminazione, natura probabilistica della fisica quantistica.
- **Abilità:** saper collocare nel contesto storico e culturale la fisica quantistica, saper risolvere semplici problemi unidimensionali o riguardanti l'atomo di Bohr, saper distinguere tra le diverse tipologie di probabilità in fisica classica e quantistica, saper descrivere e discutere la natura duale della luce e della materia

MODULO 30: Astrofisica e cosmologia

- **Contenuti:** osservabili astrofisiche, distanze, masse, luminosità, diagramma HR, modelli idrodinamici di struttura stellare, produzione di energia nei nuclei stellari,

cenni di evoluzione stellare. Modello cosmologico newtoniano, espansione e contrazione dell'universo, legge di Hubble, dinamica cosmologica, ere dell'universo, materia ed energia oscura.

- **Abilità:** saper descrivere l'universo in termini spaziali e temporali, saper derivare in modelli semplificati le principali osservabili astrofisiche, conoscere i meccanismi di produzione energetica stellare

Esperimenti di laboratorio

1. Leggi di Ohm
2. Collegamenti serie e parallelo di resistori
3. Il ponte di Wheatstone
4. Caratteristica tensione corrente di una lampadina
5. Circuito RC per lo studio dei processi di carica e scarica di un condensatore
6. Forza elettromotrice indotta

