

Indirizzo scientifico, scientifico-tecnologico

Contenuti

Tema n. 1 – Fondamenti della meccanica

- Moti e sistemi di riferimento. Moto rettilineo, moto su traiettoria curvilinea qualsiasi. Moto circolare uniforme, moto armonico.
- Forze e moti. Le tre leggi della dinamica.
- Sistemi di riferimento inerziali e non inerziali. Forze apparenti. Principio di relatività galileiana e trasformazioni di Galilei. Principio di equivalenza.
- Lavoro di una forza. Energia cinetica.
- Quantità di moto e sua conservazione.
- Sistema di corpi. Centro di massa. Momento di inerzia. Corpo rigido. Momento angolare e sua conservazione.
- (Condizioni generali di equilibrio).
- (Mezzi continui deformabili. Fluidi. Equazione di Bernoulli. Viscosità).

Tema n. 2 – Forze e campi

Parte I

- Interazioni gravitazionali. Leggi di Keplero. La legge di gravitazione universale.
- Interazioni elettrostatiche. La legge di Coulomb.
- Campo gravitazionale e campo elettrostatico. Vettori g ed E . principio di sovrapposizione dei campi.
- Campi conservativi. Potenziale ed energia potenziale. Circuitazione e flusso. Teorema di Gauss. Capacità elettrica. Energia e densità di energia del campo elettrico.
- Conservazione dell'energia.
- Moto di masse in campo gravitazionale e moto di cariche in campo elettrostatico.
- Interazioni magnetiche tra magneti, circuiti, cariche in moto.
- Campo magnetico. Vettore B .
- Campi non conservativi. Flusso e circuitazione di B , teorema di Ampere.
- Moto di cariche in un campo magnetico. Forza di Lorentz.

Parte II

- Campi elettrici e magnetici variabili. Induzione elettromagnetica. Energia e densità del campo magnetico.
- Equazione di Maxwell.
- Conduzione elettrica. Conduttori, semiconduttori, isolanti. Circuiti elettrici in cc e ca. Circuiti con elementi attivi e passivi.

Tema n. 3 – Oscillazione e onde

- Oscillatore armonico. Sistemi meccanici ed elettrici oscillanti. Energia dell'oscillatore.
- Oscillazioni smorzate, forzate, risonanza.
- Onde e loro propagazione. (Velocità di fase e velocità di gruppo). Effetto Doppler.
- Onde sinusoidali e loro equazioni. Principio di sovrapposizione delle onde. Teorema di Fourier.
- Riflessione, rifrazione, interferenza, diffrazione, polarizzazione. Onde stazionarie. Interpretazione dei fenomeni mediante il principio di Huygens.
- Il suono. (Analisi armonica).

- La luce. velocità della luce. Modello ondulatorio e corpuscolare.
- (Il raggio luminoso come modello. Ottica geometrica e sua applicazione a semplici sistemi riflettenti e rifrangenti).
- Onde elettromagnetiche. Loro energia e quantità di moto.
- Generazione, trasmissione e ricezione di segnali elettromagnetici.

Tema n. 4 - Termodinamica e modelli statistici

- Sistemi a gran numero di particelle. Parametri macroscopici, pressione, volume, temperatura.
- Equazione di stato dei gas perfetti.
- Equilibrio termico e principio zero della termodinamica.
- Energia interna e primo principio. Trasformazioni reversibili e irreversibili.
- Secondo principio della termodinamica. Entropia.
- La teoria cinetica dei gas. Distribuzione della velocità delle molecole di un gas. Equipartizione dell'energia.
- Definizione probabilistica dell'entropia. Ordine e disordine. Fluttuazioni e moto browniano. Evoluzione spontanea dei sistemi complessi.

Tema no 5 - Quanti, materia, radiazione

- Prime prove dell'esistenza degli atomi. La determinazione del numero di Avogadro. La scoperta dell'elettrone e la determinazione del rapporto e/m. La determinazione della carica elementare.
- La spettroscopia come metodo di indagine. Emissione e assorbimento. Lo spettro dell'atomo di idrogeno.
- La quantizzazione dell'energia nella radiazione. Corpo nero e ipotesi di Planck. Effetto fotoelettrico e ipotesi di Einstein.
- La quantizzazione dell'energia nella materia. Modelli atomici, validità e limiti. Esperimento di Frank e Hertz.
- Dualismo onda-corpuscolo. Effetto Compton. Ipotesi di de Broglie. Esperimento di Davisson e Germer.
- Il principio di indeterminazione di Heisenberg.
- Interpretazione probabilistica della funzione d'onda.
- (Principio di corrispondenza).
- (Principio di sovrapposizione. Particelle identiche).
- (Interazione fra onde elettromagnetiche e materia).
- (Sorgenti di radiazione continua, discreta, coerente).
- (Stato solido: conduttori, semiconduttori, isolanti, giunzione).
- (Il nucleo atomico).
- (La radioattività).
- (Interazioni fra particelle e materia).
- (Radiazioni ionizzanti).
- (Reazioni nucleari).
- (Le particelle elementari).

Tema n. 6 – Relatività

- Invarianza della velocità della luce, prove sperimentali.
- Principio di relatività.
- Trasformazioni di Galilei e trasformazioni di Lorentz. Composizione delle velocità.
- Effetto Doppler relativistico.
- Massa, impulso ed energia. Equivalenza tra massa e energia.

–Problematiche connesse con la gravitazione: geometria dello spazio-tempo e redshift gravitazionale.

Tema n. 7 – Universo fisico

–L'osservatorio Terra.

–Struttura e dinamica del sistema solare.

–Sole: caratteristiche osservative, irraggiamento, spettro solare, morfologia, attività superficiale.

–Galassie: morfologia e struttura.

–Metodi di indagine in astrofisica.

–Fondamenti osservativi della cosmologia.

–Modelli d'universo.

N.B. Si precisa che alcuni contenuti dei temi «Relatività e Universo fisico» debbono essere trattati durante lo svolgimento degli altri temi: pertanto il loro studio sistematico costituisce una fase di approfondimento e sintesi. Gli argomenti tra parentesi sono facoltativi.

Indicazioni didattiche per gli indirizzi scientifico, scientifico tecnologico

I corsi del triennio dovrebbero essere caratterizzati da una sistemazione disciplinare, che curi particolarmente gli aspetti di concettualizzazione e di formalizzazione delle elaborazioni teoriche. Si sottolinea in tal senso il ruolo della matematica come strumento di pensiero che accompagna il passaggio dai fatti alle teorie, dal concetto all'astratto, dalle ipotesi più grossolane alle sistemazioni più raffinate. Principi e teorie devono essere presentate facendo emergere la loro potenza unificante e l'importanza di modelli e schemi rappresentativi. Si raccomanda di mettere in luce il cammino non sempre lineare della conoscenza. La trattazione in chiave storica di alcuni argomenti, unitamente, alla lettura critica di pagine di classici della scienza e di brani di memorie originali, contribuiranno a far comprendere le ragioni dello sviluppo scientifico e, quindi, a migliorare la formazione culturale dello studente. È anche opportuno mettere in evidenza le problematiche di ordine filosofico ed epistemologico connesse ai principi fisici. In questo senso si auspica il coordinamento con altre discipline. Talvolta sarà necessario evidenziare i legami tra scienza e tecnologia e, nel contempo, le profonde differenze esistenti tra esse, sia in termini di motivazione che di quadro epistemologico. Riguardo alla necessità di affrontare problematiche connesse al rapporto Scienza-Società, si ritiene opportuno sensibilizzare gli studenti anche attraverso attività didattiche non strettamente curriculari. In tal senso l'intervento di «esperti» esterni alla scuola può arricchire quella riflessione personale e collettiva alla quale la fisica contribuisce in maniera significativa. La scansione degli argomenti nei temi tiene conto del carattere di propedeuticità che alcuni di essi hanno rispetto ad altri e costituisce riferimento per i docenti ai fini della individuazione del percorso curricolare da seguire e degli esiti conclusivi da verificare al termine di ogni anno scolastico. Attraverso la programmazione annuale saranno definiti l'importanza e il livello di approfondimento dei singoli argomenti. Il minor numero di ore previsto nell'indirizzo scientifico rispetto a quello scientifico-tecnologico, unitamente alla minore attività di laboratorio di chimica e fisica effettuata nel biennio porta alla necessità, nell'indirizzo scientifico, di trattare alcuni aspetti con minore approfondimento. Potrà inoltre essere presa in considerazione l'opportunità di un diverso accento applicativo-tecnologico nei due indirizzi.

Area di progetto

Quest'area non può prevedere contenuti prescrittivi. Il tema di lavoro dovrebbe essere scelto di comune accordo tra insegnanti e studenti in relazione a esigenze reali che scaturiscano dal territorio o da esperienze, preferibilmente extrascolastiche degli allievi. Questa può essere un'occasione importante per vedere la scienza in azione e per vederne in concreto la capacità di risolvere problemi per mezzo di quegli strumenti formali acquisiti dagli allievi.

Indirizzi tecnologici

La diversità del quadro orario ha imposto la formulazione di programmi differenti. Tuttavia data la comune finalità formativa della disciplina in tutti gli indirizzi, si è mantenuta la stessa impostazione, eliminando, ove necessario, un intero tema. In alcuni casi, per tener conto delle specificità dell'indirizzo, negli stessi temi sono stati inseriti argomenti particolari.

Indicazioni didattiche relative ai singoli temi

Tema n. 1 – Fondamenti della meccanica

Il tema permette di evidenziare la grande sintesi meccanicistica del '700 e dell'800 e di sottolineare l'approccio ai problemi caratteristico dei metodi galileiano e newtoniano. Pertanto si inizia col risistemare lo studio dei moti, dedicando particolare cura alla formalizzazione dei concetti fondamentali della meccanica, alcuni dei quali già utilizzati nel biennio, grazie all'uso di strumenti matematici più sofisticate come la derivata e l'integrale, che dovrebbero sollecitare negli studenti una maggiore capacità di astrazione; si preferisca però introdurli inizialmente come derivazione ed integrazione grafica ed eventualmente rivederli alla luce del successivo sviluppo matematico. In tale sistemazione si dovrà insistere sulle unità di misura e sulle equazioni dimensionali. Lo studio dei moti dovrà essere approfondito ponendo in risalto l'importanza della scelta del sistema di riferimento; i concetti di spazio e di tempo assoluti e di relatività galileiana saranno presentati in modo critico introducendo elementi utili allo sviluppo del tema 6. Si ritiene fondamentale sottolineare il carattere operativo dei concetti fisici evidenziando i processi di approssimazione ed idealizzazione insiti nelle definizioni e rappresentazioni della fisica.

Tema n. 2 – Forze e campi

Nel processo di comprensione della realtà fisica, questo tema si colloca come esempio significativo di unificazione, proponendo una successione di argomenti strettamente connessi sul piano logico, formale e concettuale. Infatti le interazioni gravitazionali ed elettrostatiche sono trattate in parallelo per consentire una riflessione sulle loro analogie. Si discute quindi della fondamentale unificazione dei fenomeni elettrici e magnetici sotto l'unico concetto di campo elettromagnetico. Lo studio di questi argomenti suggerisce inoltre l'esame di alcune implicazioni storico-filosofiche e di problematiche culturali rilevanti sul piano concettuale, come il passaggio da una fisica basata sul concetto di azione a distanza ad una basata sul concetto di azione per contatto. Le attività di laboratorio saranno finalizzate principalmente alla acquisizione delle tecniche che consentono di rilevare e misurare i campi elettrico e magnetico e le interazioni fra il campo e la sua sorgente: uso di un misuratore di campo, sonda Hall, bilancia di torsione, bilancia elettrodinamica, ecc. Qualche esercitazione potrà essere dedicata sia a misure in corrente continua, ove non siano state già effettuate al biennio, sia in corrente alternata. In particolare si potranno evidenziare le caratteristiche RC, RL, CL mediante l'uso di un oscilloscopio e studiare la caratteristica di qualche componente non ohmico. Si è ritenuto opportuno distribuire la trattazione del tema in due anni successivi sia per ragioni di tempo e sia per la maggiore concettualizzazione relativa allo studio dei campi variabili e della maxwelliana.

Tema n. 3 – Oscillazione e onde

Lo studio delle oscillazioni e delle onde fornisce uno degli esempi più significativi di come l'analisi di un fenomeno fisico può permettere l'estensione della conoscenza in diversi campi della fisica e delle altre scienze. Ciò si rende possibile non solo per le analogie concettuali esistenti tra i differenti fenomeni fisici, ma anche grazie all'uguaglianza formale spesso esistente fra le equazioni che li descrivono. D'altra parte il carattere ondulatorio dei fenomeni fisici, oltre ad essere una proprietà ricorrente nello studio della natura, sia a livello microscopico, sia a livello

macroscopico, rappresenta, secondo il più alto grado di indagine scientifica raggiunto oggi, uno degli aspetti in cui la materia si fa conoscere. Lo studio del moto armonico è da considerarsi propedeutico allo sviluppo del tema. Si ritiene necessario trattare l'evoluzione storica dei modelli corpuscolare ed ondulatorio, indicando l'utilità e l'ambito di validità delle due ipotesi. Tutto il tema si presta ad una presentazione sperimentale degli argomenti in esso inclusi. In particolare si raccomanda l'esecuzione di esercitazioni adatte a far emergere i caratteri fondamentali delle onde meccaniche e delle onde luminose: ondoscopio, tubi sonori, corde vibranti, fenditure semplici e doppie investite dalla luce, fenomeni di interferenza e diffrazione con le microonde. Nel caso in cui non sia stata svolta al biennio, si proponga qualche esercitazione di ottica geometrica relativa ad es. alla riflessione e rifrazione.

Tema n. 4 – Termodinamica e modelli statistici

Le proprietà della materia possono essere studiate mediante un'analisi macroscopica che, evidenziando le interdipendenze esistenti tra esse, consente di dedurre in modo preciso le leggi che regolano il comportamento delle sostanze. Si può anche preferire una descrizione microscopica che, partendo da ipotesi sul comportamento degli atomi, conduce alla conoscenza dei meccanismi che regolano le connessioni esistenti tra le diverse proprietà della materia. Queste due distinte metodologie di indagine, caratteristiche rispettivamente della termodinamica e della meccanica statistica, forniscono due differenti descrizioni dei medesimi fenomeni e consentono una descrizione più approfondita della natura. Si presuppone, in questo tema, che i concetti di calore e di temperatura siano già stati introdotti al biennio. Può essere utile dedicare particolare attenzione a qualche modello di macchina termica, in relazione al problema di «produzione» di energia. Tale argomento può anche essere occasione per una riflessione tra scienza, tecnologia e società. L'uso di simulatori di distribuzione di particelle, unitamente all'osservazione al microscopio di moti browniani, potrà costituire una valida introduzione all'interpretazione statistica dei fenomeni evidenziando la necessità di considerare un sufficiente numero di particelle. In tutti gli indirizzi tecnologici l'aspetto statistico è stato omissso per ragioni di quadro orario.

Tema n. 5 – Quanti, materia, radiazione

Una delle idee fondamentali della fisica, che ha attraversato millenni di storia del pensiero scientifico, evolvendo da concezione puramente ipotetica quale era, a fatto provato sperimentalmente, è l'ipotesi atomica della materia. Tutto l'universo e la sua evoluzione si basano sulla esistenza del mondo microscopico per cui, alla conoscenza della natura si può pervenire solo attraverso una indagine approfondita dei fenomeni che avvengono su scala atomica. Per la trattazione del tema si ritiene necessaria una buona conoscenza dei concetti fondamentali della meccanica classica e dei fenomeni ondulatori. Si richiedono inoltre, da parte dello studente, capacità di astrazione e di sintesi ed un buon bagaglio di conoscenze matematiche. Nell'affrontare il problema del dualismo onda-corpuscolo, è bene evidenziare che il comportamento di un'onda può essere assunto anche da una particella microscopica nel senso che la stessa, invece di comportarsi nel modo deterministico previsto da Newton, può evolvere secondo diversi cammini con definite probabilità, come accade per esempio ad un'onda, che, incidendo su una lamina, contemporaneamente viene trasmessa e riflessa. Si ritiene che l'esame del problema del corpo nero presenti delle difficoltà formali e concettuali, tali da consigliarne un approccio storico semiquantitativo. La trattazione dell'effetto fotoelettrico può essere sviluppata in modo esauriente dal punto di vista sia storico che sperimentale. Lo studio di qualche applicazione della

fisica quantistica (effetto Tunnel in elettronica e spettroscopia, laser nelle comunicazioni, in diagnostica e in medicina) potrà far comprendere agli studenti anche la sua valenza tecnologica. Ove si scelga di trattare le reazioni nucleari, sarà bene fornire informazioni sulle applicazioni della fisica nucleare in campo medico e biologico, soffermarsi sui principali tipi di reattore ed affrontare il tema della scelta energetica. Le tematiche sono particolarmente indicate per chi volesse fare una trattazione storica ed affrontare problemi di natura epistemologica. Molti degli argomenti, inoltre, pur avendo un contenuto fortemente teorico, possono trovare interessanti e chiare corrispondenze in esperimenti da effettuare in laboratorio. Solitamente però tali esperimenti richiedono adeguate strutture e molto tempo per una loro soddisfacente esecuzione. Comunque anche una sola esperienza, opportunamente scelta, può illustrare in modo adeguato le tematiche affrontate.

Tema n. 6 – Relatività

La teoria della relatività, particolarmente significativa per la sua intrinseca coerenza e per l'eleganza con cui fonda le sue deduzioni con poche e semplici ipotesi fondamentali, ha prodotto, tra l'altro, un nuovo atteggiamento mentale, consistente nell'individuare la simmetria delle leggi, ovvero nello studiare i modelli e le operazioni per i quali le leggi fondamentali della fisica risultano di forma invariante. È bene evidenziare che la validità della relatività ristretta è subordinata alla lontananza degli oggetti e della luce dalle grandi masse. In vicinanza di grandi masse è opportuno sottolineare che i percorsi luminosi non sono più rettilinei nel senso classico e la geometria cui ci si deve riferire non è più euclidea. In questo contesto si impone la necessità di riflettere sul ruolo spettante alla geometria nella descrizione del mondo fisico. Il laboratorio non potrà essere utilizzato direttamente come supporto alla trattazione del tema; in ogni caso si dovranno almeno illustrare esperimenti, anche moderni, realmente effettuati, a conferma della teoria. In particolare si potranno studiare le traiettorie delle particelle prodotte in appositi eventi che si visualizzano in camere a bolle, onde mostrare come la descrizione quantitativa di tali eventi possa essere realizzata solo ricorrendo a formule relativistiche.

Tema n. 7 – Universo fisico

La scelta di introdurre uno specifico tema dedicato all'astrofisica è volta a far meglio comprendere l'universalità delle leggi fisiche, in un quarto bilanciato che, partendo dall'analisi dei fenomeni su scala umana, si estenda da un lato alla struttura microscopica della materia e dall'altro alla struttura del macrocosmo. La scelta degli argomenti è stata operata tenendo conto delle principali valenze concettuali che emergono nel considerare il cosmo come un laboratorio naturale che può essere indagato con gli stessi strumenti conoscitivi ed apparati strumentali con cui si studiano i fenomeni fisici terrestri. Il tema consente ampie riflessioni di carattere storico e filosofico, ponendo in evidenza il continuo evolversi dei modelli del sistema del mondo, fino ad una riflessione sulle complesse problematiche attuali. Si perviene infine a riconoscere nel cosmo una continua evoluzione e trasformazione della materia con aspetti di criticità nelle condizioni iniziali e nel formarsi della vita sulla Terra. Lo studio dei fenomeni celesti deve fondarsi sull'analisi dei dati di osservazione rilevati in parte direttamente dagli allievi con l'aiuto di strumenti poveri (misura della costante solare, determinazione del raggio solare, osservazione delle macchie solari, immagini fotografiche a colori di zone stellari, spettri solari e stellari, uso di carte celesti e di dati di osservazione). Saranno opportune delle applicazioni numeriche delle principali leggi della fisica per l'interpretazione di osservazioni

astronomiche, come pure converrà eseguire lavori di correlazione di insiemi di dati osservativi. L'uso dell'elaboratore può essere di ausilio per la simulazione di moti nel sistema solare. Occorre evitare il più possibile una trattazione puramente descrittiva che spesso si sofferma su aspetti conoscitivi non fondati su normali capacità di apprendimento degli allievi. Sono utili analisi critiche di documenti della letteratura o di divulgazione scientifica, il ricorso all'uso di diapositive e di mezzi audiovisivi, la partecipazione a visite guidate a planetari e osservatori astronomici.