



## PIANO DI LAVORO A.S. 2022/23

### DIPARTIMENTO DI FISICA, LICEO SCIENTIFICO, O.S.A., CLASSICO

Docente	classi	firma
Damiana C. Brazzoli	3G, 5H	
Emiliano Bucari	2B, 4F, 5cc	
Marina Canali	1A, 2A, 4G, 5E	
Anna Crivellaro	1B, 1I, 3C, 3F	
Federico Demartin	3L	
Matteo Erba	3aa, 4bb, 5aa	
Francesca Gadina	2D, 5G, 4cc	
Arianna Giusto	1M, 2N, 3E, 4I	
Nicoletta Lanzani	2E, 2L, 3A, 4D	
Elena Maltinti	1C, 1D, 4C, 5C	
Jacopo Mariani	3D, 5F	
Scilla Marzolla	3H, 4B	
Roberta Moroni	2I	
Paola Novara	4°, 5D	
Arianna Olivieri	1E	
Patrizia Proserpio	5°	
Davide Quinto	2C, 2F, 2G	
Giano Ruggè	1L, 1N, 3I, 4H	
Franca Schiatti	3cc	
Elio Tagliabue	2M	



## **INDICE LICEO SCIENTIFICO E O.S.A.**

1) PROFILO GENERALE E COMPETENZE	pag. 3
2) PROGRAMMAZIONE LICEO SCIENTIFICO	pag. 5
3) TEMPI E TIPOLOGIA DELLE PROVE DI VERIFICA	pag. 18
4) CRITERI DI VALUTAZIONE	pag. 19
5) RECUPERO DELLE INSUFFICIENZE DEL I QUADRIMESTRE	pag. 22
6) RECUPERO DEL DEBITO PER GLI ALUNNI CON GIUDIZIO SOSPESO	pag. 22
7) VARIAZIONI RISPETTO ALLA PROGRAMMAZIONE COMUNE	pag. 22
8) PROGETTI INTEGRATIVI DELL'OFFERTA FORMATIVA	pag. 23
9) ALLEGATO 1: CONTENUTI IMPRESCINDIBILI L. SCIENTIFICO	pag. 25



## 1. PROFILO GENERALE E COMPETENZE

Al termine del percorso liceale lo studente avrà appreso i concetti fondamentali della fisica, le leggi e le teorie che li esplicitano, acquisendo consapevolezza del valore conoscitivo della disciplina e del nesso tra lo sviluppo della conoscenza fisica ed il contesto storico e filosofico in cui essa si è sviluppata.

In particolare, lo studente avrà acquisito le seguenti competenze: osservare e identificare fenomeni; formulare ipotesi esplicative utilizzando modelli, analogie e leggi; formalizzare un problema di fisica e applicare gli strumenti matematici e disciplinari rilevanti per la sua risoluzione; 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; comprendere e valutare le scelte scientifiche e tecnologiche che interessano la società in cui vive.

La libertà, la competenza e la sensibilità dell'insegnante – che valuterà di volta in volta il percorso didattico più adeguato alla singola classe – svolgeranno un ruolo fondamentale nel trovare un raccordo con altri insegnamenti (in particolare con quelli di matematica, scienze, storia e filosofia) e nel promuovere collaborazioni tra la sua Istituzione scolastica e Università, enti di ricerca, musei della scienza e mondo del lavoro, soprattutto a vantaggio degli studenti degli ultimi due anni.

### Obiettivi specifici di apprendimento

#### *Liceo Scientifico*

##### PRIMO BIENNIO

Nel primo biennio si inizierà a costruire il linguaggio della fisica classica (grandezze fisiche, scalari e vettoriali, unità di misura) con l'obiettivo di portare lo studente a risolvere problemi, abitandolo a semplificare e modellizzare situazioni reali. Al tempo stesso gli esperimenti di laboratorio consentiranno di definire con chiarezza il campo di indagine della disciplina e di insegnare allo studente come esplorare fenomeni (sviluppare abilità relative alla misura), come descriverli con un linguaggio adeguato (incertezze, cifre significative di una misura, grafici). L'attività sperimentale dovrà accompagnare lo studente lungo tutto l'arco del primo biennio, portandolo a una conoscenza sempre più consapevole della disciplina, mediante anche la scrittura di relazioni che rielaborino in maniera critica ogni esperimento eseguito. Attraverso lo studio dell'ottica geometrica, lo studente dovrà essere in grado di interpretare i fenomeni della riflessione e della rifrazione e di discutere le caratteristiche e il funzionamento dei principali strumenti ottici.

Lo studio dei fenomeni termici definirà le grandezze temperatura e quantità di calore da un punto di vista macroscopico, introducendo il concetto di equilibrio termico e trattando i passaggi di stato.

Lo studio della meccanica inizierà affrontando problemi relativi all'equilibrio dei corpi e dei fluidi. I moti saranno studiati sia dal punto di vista cinematico che dinamico giungendo alle leggi di Newton, con particolare attenzione alla seconda legge. L'analisi del moto costituirà un punto di partenza abbastanza intuitivo per introdurre le grandezze: lavoro di una forza, potenza, energia cinetica ed energia potenziale. Il concetto di energia meccanica totale permetterà di presentare un primo esempio di conservazione di una grandezza fisica. I temi suggeriti saranno sviluppati dall'insegnante secondo modalità e con un ordine coerenti con gli strumenti concettuali e con le conoscenze matematiche in possesso degli studenti, e consentiranno di fare esperienza, in forma elementare ma rigorosa, del metodo di indagine specifico della fisica, nei suoi aspetti sperimentali, teorici e linguistici.



## **SECONDO BIENNIO**

Nel secondo biennio si dovrà dare maggior rilievo all'impianto teorico (le leggi della fisica) e alla sintesi formale (strumenti e modelli matematici), con l'obiettivo di insegnare a formulare e risolvere problemi più impegnativi, sia tratti dal contesto disciplinare che relativi all'esperienza quotidiana. L'attività sperimentale dovrà consentire allo studente di discutere e costruire concetti, pianificare osservazioni, misurare, operare con oggetti e strumenti, confrontare osservazioni e teorie. Verranno riprese le leggi del moto, di cui si dovrà sottolineare la natura quantitativa e predittiva, soprattutto attraverso la risoluzione di problemi specifici, affiancandole con la discussione dei sistemi di riferimento e del principio di relatività di Galileo.

Il percorso didattico relativo alla meccanica sarà completato dallo studio della quantità di moto, delle applicazioni delle leggi di conservazione agli urti elastici e anelastici, del momento angolare e del momento di una forza, delle interazioni non impulsive, con particolare riferimento al moto dei pianeti e alle leggi di Keplero fino alla sintesi newtoniana. Si completerà lo studio dei fenomeni termici con le leggi dei gas, familiarizzandosi con la semplificazione concettuale del gas perfetto e con la relativa teoria cinetica. Lo studio dei principi della termodinamica dovrà evidenziare il loro ruolo quantitativo e predittivo, in particolare nel descrivere le trasformazioni termodinamiche, il loro procedere, i loro limiti.

Lo studente dovrà essere in grado di descrivere e discutere le trasformazioni di un gas perfetto, le macchine termiche e il ciclo di Carnot, anche attraverso la risoluzione di problemi specifici. Si inizierà lo studio dei fenomeni ondulatori con le onde meccaniche introducendone le grandezze caratteristiche e la modellizzazione matematica; si esamineranno i fenomeni relativi alla loro propagazione con particolare attenzione alla sovrapposizione e interferenza e alla diffrazione. In questo contesto il suono potrà essere affrontato come esempio di onda meccanica particolarmente significativa sia per le caratteristiche fisiche, che per il rilievo che ha nella comunicazione, nell'arte e nella vita quotidiana. Ancora in questo contesto si completerà lo studio della luce interpretando i fenomeni caratteristici della sua natura ondulatoria. Infine, lo studente dovrà studiare le caratteristiche dei fenomeni elettrici e magnetici, individuare analogie e differenze attraverso lo studio della carica elettrica, del campo elettrico, delle correnti elettriche e del campo magnetico, acquisendo l'abilità di risolvere problemi riguardanti l'elettricità ed il magnetismo.

## **QUINTO ANNO**

Lo studio dei circuiti elettrici in corrente continua e alternata renderà lo studente in grado di riconoscere le più comuni applicazioni tecnologiche. Lo studio dell'elettromagnetismo sarà completato giungendo alla sintesi costituita dalle equazioni di Maxwell che lo studente dovrà conoscere sia dal punto di vista teorico che dal punto di vista applicativo. Il percorso didattico dovrà prevedere lo studio delle onde elettromagnetiche, della loro produzione e propagazione, della loro energia e quantità di moto, della loro polarizzazione, dei loro effetti e delle loro applicazioni nelle varie bande di frequenza.

La dimensione sperimentale potrà essere ulteriormente approfondita con attività da svolgersi non solo nel laboratorio didattico della scuola, ma anche presso laboratori di università ed enti di ricerca, aderendo anche a progetti di orientamento. Il percorso didattico comprenderà anche approfondimenti di fisica classica (per esempio potenziando gli strumenti matematici o mostrandone le applicazioni tecnologiche) e percorsi di fisica moderna (relativi al microcosmo e/o al macrocosmo), accostando le problematiche che storicamente hanno portato ai nuovi concetti di spazio, tempo, materia, energia; questi percorsi avranno lo scopo sia di una presa di coscienza, nell'esperienza storica, delle potenzialità e dei limiti del sapere fisico sul piano conoscitivo, sia di un orientamento agli studi universitari e a quelli di formazione superiore, nei quali si evidenzino i rapporti tra scienza e tecnologia, ed è auspicabile che possano essere svolti in raccordo con gli insegnamenti di matematica, scienze, storia e filosofia.



## 2. PROGRAMMAZIONE LICEO SCIENTIFICO

### COMPETENZE DI CITTADINANZA:

1. Imparare a imparare.
2. Progettare.
3. Comunicare.
4. Collaborare e partecipare.
5. Agire in modo autonomo e responsabile.
6. Risolvere problemi.
7. Individuare collegamenti e relazioni.
8. Acquisire e interpretare l'informazione.

### COMPETENZE DI BASE - ASSE SCIENTIFICO-TECNOLOGICO:

1. Osservare, descrivere ed analizzare fenomeni appartenenti alla realtà naturale e artificiale e riconoscere nelle sue varie forme i concetti di sistema e di complessità.
2. Analizzare qualitativamente e quantitativamente fenomeni legati alle trasformazioni di energia a partire dall'esperienza.
3. Essere consapevole delle potenzialità e dei limiti delle tecnologie nel contesto culturale e sociale in cui vengono applicate.

### **Competenze specifiche per la Fisica nel 1° biennio**

1	Elaborare un protocollo di progettazione di esperienze semplici
2	Riprogettare un esperimento già eseguito, eventualmente con diversa strumentazione o con altri materiali e condurre le operazioni, le rilevazioni e le misure occorrenti
3	Formulare, in casi semplici, ipotesi di interpretazione di fatti osservati, dedurre alcune conseguenze e proporre procedure di verifica
4	Analizzare fatti osservati individuando problemi fisici e identificando le variabili che li caratterizzano
5	Studiare un fenomeno isolando l'effetto di una sola variabile in un processo che dipende da più variabili
6	Scegliere tra le schematizzazioni proposte la più idonea per la soluzione di un problema reale, fare approssimazioni compatibili e valutare criticamente i limiti di tali semplificazioni
7	Mettere in relazione i fenomeni con il modello proposto
8	Applicare in contesti noti le conoscenze specificate nell'articolazione dei contenuti



## Liceo Scientifico e Scienze Applicate 1° BIENNIO

### Classi prime Liceo scientifico e scienze applicate

Abilità	Conoscenze	Tempi
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riconoscere le grandezze coinvolte in un fenomeno fisico</li> <li>• Trasformare le unità di misura in unità S.I.</li> <li>• Esprimere la misura di una stessa grandezza rispetto a diverse unità di misura</li> <li>• Esprimere le dimensioni fisiche e ricavare le unità di misura di una grandezza derivata</li> <li>• Esprimere i numeri in notazione scientifica e riconoscerne l'ordine di grandezza</li> <li>• Invertire formule</li> <li>• Utilizzare le opportune funzioni di una calcolatrice scientifica</li> </ul>	<p><b><u>Grandezze fisiche</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metodo sperimentale</li> <li>• Unità di misura e Sistema Internazionale: grandezze fondamentali e derivate</li> <li>• Equivalenze, notazione scientifica, ordine di grandezza</li> <li>• Esempi di semplici formule che mettono in relazione le grandezze fisiche (es: densità, velocità...)</li> </ul> <p>(Si suggerisce di prendere accordi con il docente di scienze nel consiglio di classe)</p>	Trimestre
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Individuare l'incertezza intrinseca delle misure dirette, anche in relazione alla strumentazione utilizzata</li> <li>• Individuare l'incertezza da associare alle misure indirette</li> <li>• Scrivere il risultato di una misura con l'indicazione dell'errore e con l'adeguato numero di cifre significative</li> <li>• Compilare una tabella di dati sperimentali</li> <li>• Rappresentare graficamente i risultati ottenuti.</li> <li>• Riconoscere l'influenza dell'ambiente esterno su grandezze caratteristiche dei corpi.</li> <li>• Correlare tra loro grandezze fisiche e formulare leggi empiriche</li> <li>• Interpretare un fenomeno con l'aiuto di modelli</li> <li>• Determinare il valore di una grandezza per interpolazione ed estrapolazione</li> </ul>	<p><b><u>Misura e relazioni tra grandezze</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporzionalità diretta, inversa, dipendenza lineare, proporzionalità quadratica</li> <li>• Rappresentazioni grafiche nel piano cartesiano</li> <li>• Incertezze di misura: errori sulle misure dirette e indirette, propagazione degli errori</li> <li>• Cifre significative</li> <li>• Interpolazione ed estrapolazione di dati sperimentali</li> </ul> <p><b><u>Esperienze possibili</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Misura dello spessore di un foglio (calibro, dipendenza lineare, incertezza delle misure)</i></li> <li>• <i>Misura indiretta di volumi di solidi e liquidi</i></li> <li>• <i>Legge di Hooke (prop. Diretta)</i></li> <li>• <i>Caduta gravi (prop. Quadratica)</i></li> <li>• <i>Caduta sferette in fluido viscoso (prop. Diretta, propagazione degli errori)</i></li> <li>• <i>Misura periodo oscillazione pendolo (errori sulle misure dirette)</i></li> <li>• <i>Misura densità (errori sulle misure indirette)</i></li> <li>• <i>Alcune esperienze dai giochi di Anacleto (es. il triangolo che batte il secondo) (Calcolo dell'errore, misure ripetute, saper individuare la relazione tra grandezze)</i></li> </ul>	

Introdurre i vari contenuti secondo le esigenze e i tempi dettati dall'approccio in laboratorio



Abilità	Conoscenze	Tempi
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Applicare le leggi della dilatazione termica e l'equazione della calorimetria in semplici problemi</li> <li>• Descrivere e rappresentare graficamente il comportamento nel tempo di una sostanza pura sottoposta a variazione di temperatura</li> <li>• In un grafico temperatura-tempo individuare l'eventuale passaggio di stato</li> <li>• Distinguere tra temperatura e quantità di calore</li> <li>• Attribuire al calore la natura di energia.</li> <li>• Valutare l'energia coinvolta nei fenomeni che comportano una variazione di temperatura</li> <li>• Riconoscere alcune trasformazioni di energia</li> <li>• Trasformare una assegnata quantità di calore da joule a calorie e viceversa</li> </ul>	<p><b><u>Calore e temperatura</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura e sua misura: scala Celsius e assoluta</li> <li>• Dilatazione termica</li> <li>• Definizione di calore</li> <li>• Equazione fondamentale della calorimetria</li> <li>• Capacità termica e calore specifico</li> <li>• Calorimetro</li> <li>• Passaggi di stato e calori latenti</li> <li>• Trasformazioni di energia</li> </ul> <p><b><u>Esperienze possibili</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Dilatometro</i></li> <li>• <i>Curva di riscaldamento dell'acqua</i></li> <li>• <i>Hand boiler (esperienza qualitativa sulla dilatazione di liquidi e dell'aria)</i></li> <li>• <i>Calorimetro: misura dell'equivalente in acqua e determinazione del calore specifico dei solidi</i></li> <li>• <i>Mulinello di Joule</i></li> <li>• <i>Trasformazione di energia potenziale in cinetica ed infine in calore di un sistema di palline in caduta libera in un tubo.</i></li> <li>• <i>L'orologio ad acqua: trasformazione di energia chimica in energia elettrica (eventualmente in collaborazione con dip. di scienze)</i></li> <li>• <i>Radiometro di Crookes (noto anche come mulino a luce): mostra come l'energia trasmessa dalla luce possa anche essere convertita in energia cinetica</i></li> <li>• <i>Produzione di energia elettrica con l'idrogeno (eventualmente in collaborazione con dip. di scienze)</i></li> </ul>	<p>Gennaio - marzo</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saper valutare immagini reali e virtuali di specchi e lenti, sia algebricamente che geometricamente</li> <li>• Interpretare fenomeni naturali con le leggi dell'ottica</li> <li>• Riconoscere le leggi studiate nel funzionamento di strumenti tecnologici utilizzati in campo ottico</li> <li>• Applicare le leggi della riflessione e della rifrazione per la risoluzione di semplici problemi e per l'interpretazione di osservazioni in laboratorio</li> <li>• Utilizzare la calcolatrice scientifica per le funzioni goniometriche dirette ed inverse</li> </ul>	<p><b><u>Ottica geometrica</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Propagazione rettilinea della luce e formazione di ombre</li> <li>• Riflessione della luce</li> <li>• Formazione delle immagini con specchi piani e sferici</li> <li>• Rifrazione della luce e legge di Snell (introduzione della funzione seno di un angolo)</li> <li>• Indice di rifrazione relativo ed assoluto Principio di invertibilità del cammino ottico</li> <li>• Il prisma ottico e lastra a facce piane parallele</li> <li>• Dispersione della luce</li> <li>• Strumenti ottici: formazione di immagini prodotte per riflessione e rifrazione</li> </ul> <p><b><u>Esperienze possibili</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Riflessione da specchio piano e concavo, leggi della riflessione</i></li> <li>• <i>Rifrazione e legge di Snell</i></li> <li>• <i>Riflessione totale, misura dell'angolo limite e determinazione dell'indice di rifrazione del plexiglass</i></li> <li>• <i>Lenti convergenti e divergenti</i></li> <li>• <i>Osservazioni qualitative: dispersione della luce</i></li> </ul>	<p>Aprile - giugno</p>



## Classi seconde Liceo scientifico e scienze applicate

Abilità	Conoscenze	Tempi
<ul style="list-style-type: none"> <li>Riconoscere grandezze scalari e vettoriali</li> <li>Comporre e scomporre vettori per via grafica e per via analitica</li> <li>Saper riconoscere e gestire le operazioni imparate tra vettori nel piano cartesiano</li> </ul>	<p><b><u>Vettori</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Grandezze scalari e vettoriali</li> <li>Somma e differenza tra vettori, prodotto di un vettore per uno scalare</li> <li>Scomposizione di un vettore lungo due direzioni.</li> <li>Uso delle funzioni goniometriche per la determinazione delle componenti cartesiane di un vettore</li> <li>Somme e sottrazioni di vettori espressi attraverso le loro componenti cartesiane</li> <li>Prodotto scalare e prodotto vettoriale (possono essere trattati quando si affrontano il lavoro di una forza e/o il momento meccanico)</li> </ul>	Settembre
<ul style="list-style-type: none"> <li>Riconoscere diversi tipi di forze nell'osservazione dei fenomeni e il carattere vettoriale della forza</li> <li>Costruire, nelle varie situazioni, il diagramma delle forze</li> <li>Distinguere le situazioni non riconducibili al modello di punto materiale</li> <li>Riconoscere le situazioni di equilibrio</li> <li>Determinare il vettore forza equilibrante</li> </ul>	<p><b><u>Equilibrio del punto materiale</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Le forze: peso, forza elastica, forze vincolari, forze di attrito</li> <li>Condizioni per l'equilibrio di un corpo puntiforme</li> <li>Il piano inclinato</li> </ul> <p><b><u>Esperienze possibili</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Costruzione/uso di un dinamometro</li> <li>Natura vettoriale delle forze: diverse esperienze possibili con cassetta di statica</li> <li>Legge di Hooke</li> <li>Forza di attrito</li> <li>Equilibrio su un piano inclinato senza attrito e con attrito</li> </ul>	Ottobre - novembre
<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinare il momento di una forza rispetto a un punto</li> <li>Riconoscere i vari tipi di leve</li> <li>Individuare, anche per via sperimentale, la posizione del baricentro di un corpo</li> </ul>	<p><b><u>Equilibrio del corpo rigido</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Momento di una forza</li> <li>Condizione di equilibrio per un corpo esteso</li> <li>Leve</li> <li>Baricentro</li> </ul> <p><b><u>Esperienze possibili</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinazione del baricentro</li> <li>Leve e/o carrucole</li> </ul>	Novembre - dicembre
<ul style="list-style-type: none"> <li>Eeguire conversioni tra le diverse unità di misura della pressione</li> <li>Risolvere problemi di fluidostatica mediante l'applicazione delle leggi studiate</li> <li>Riconoscere le leggi studiate nell'interpretazione di fenomeni comuni.</li> </ul>	<p><b><u>Equilibrio dei fluidi</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pressione e sua misura</li> <li>Principio di Pascal e sua applicazione nel torchio idraulico</li> <li>Legge di Stevino</li> <li>Spinta di Archimede e galleggiamento</li> <li>Pressione atmosferica</li> </ul> <p><b><u>Esperienze possibili</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Esperienze esplorative sulla pressione atmosferica (con la pompa a vuoto) e anche il simpatico "Two ballon Surprise"</li> <li>Spinta idrostatica</li> <li>La bottiglia zampillante ( tratto dai giochi di Anacleto)</li> <li>Alcune simpatiche esperienze per comprendere la relazione tra densità dei corpi e galleggiamento ( Poli Density Bottle, Density Paradox set)</li> </ul>	Gennaio - febbraio





Abilità	Conoscenze	Tempi
<ul style="list-style-type: none"> <li>Distinguere e rappresentare con chiarezza traiettoria e diagramma orario di un moto osservato o descritto.</li> <li>Costruire, per i moti uniforme ed uniformemente accelerato, i diagrammi posizione-tempo, velocità-tempo, accelerazione-tempo, ricavando da essi le relazioni tra le grandezze corrispondenti.</li> <li>Applicare le equazioni del moto rettilineo uniforme e uniformemente accelerato per risolvere problemi</li> <li>Applicare il principio di conservazione dell'energia meccanica</li> <li>Applicare il secondo principio della dinamica a semplici problemi sui moti</li> </ul>	<p><b><u>Moto rettilineo</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Moto uniforme e uniformemente accelerato</li> <li>Caduta libera di un corpo</li> <li>Trasformazioni di energia nella caduta libera di un corpo</li> <li>Cenni al primo e al secondo principio della dinamica</li> </ul> <p><b><u>Esperienze possibili</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>esperienze con rotaia per l'analisi dei moti rettilinei</i></li> <li><i>misura dell'accelerazione di gravità</i></li> </ul>	<p>Marzo – prima metà di aprile</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Riconoscere le varie forme di energia in fenomeni e situazioni comuni.</li> <li>Riconoscere le trasformazioni di energia e la sua conservazione in sistemi isolati.</li> <li>Applicare a casi particolari il principio di conservazione dell'energia meccanica</li> <li>Analizzare criticamente le espressioni "produzione" e "consumo" di energia</li> <li>Individuare l'importanza ricoperta dall'energia per favorire lo sviluppo della attività umana.</li> <li>Distinguere le fonti di energia in rinnovabili o non rinnovabili.</li> </ul>	<p><b><u>Energia e conservazione</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Il lavoro e l'energia</li> <li>Le diverse forme di energia</li> <li>Trasformazioni e conservazione dell'energia</li> <li>Fonti di energia rinnovabili e non rinnovabili</li> </ul> <p><b><u>Esperienze possibili</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Kit di produzione di energia ad idrogeno</i></li> </ul>	<p>Seconda metà di aprile - giugno</p>

**LABORATORIO:**

Per ciascun argomento sono indicate alcune possibili esperienze da realizzare in laboratorio.

Nel primo biennio è obbligatorio svolgere almeno 4 esperienze all'anno. È possibile scegliere tra le esperienze indicate oppure svolgere esperienze non indicate nel piano di lavoro ma inerenti agli argomenti ivi riportati.

Nel mese di febbraio è previsto lo svolgimento di una prova di laboratorio tratta dai giochi di Anacleto su adesione volontaria dei docenti delle classi seconde. La prova verrà valutata secondo la griglia ad essa allegata.



## Liceo Scientifico e Scienze Applicate 2° BIENNIO

### Classi terze liceo scientifico e scienze applicate

Abilità	Conoscenze	Tempi
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riuscire a distinguere e rappresentare traiettoria e diagramma orario di un moto</li> <li>• Costruire per ogni moto i diagrammi S/t, V/t, a/t, ricavando da essi le relazioni matematiche corrispondenti</li> <li>• Riconoscere il carattere vettoriale delle grandezze fisiche trattate</li> <li>• Utilizzare l'elaboratore elettronico per simulare tali moti o per risolvere problemi ed elaborare dati</li> <li>• Sapere riconoscere le forze come causa dei moti</li> <li>• sapere individuare per ogni tipo di moto la forza corrispondente</li> <li>• sapere distinguere i vari tipi di forza</li> <li>• Sapere riconoscere il tipo moto, note la forza e le condizioni iniziali</li> <li>• Sapere riconoscere l'azione e la reazione in fenomeni comuni</li> <li>• saper individuare un sistema di riferimento comodo per la descrizione del moto</li> <li>• Sapere distinguere forze reali e apparenti</li> <li>• Sapere distinguere sistemi di riferimento inerziali e non inerziali</li> </ul>	<p><b><u>Moti e sistemi di riferimento</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moto su traiettoria curvilinea qualsiasi</li> <li>• Moto circolare uniforme</li> <li>• Moto parabolico</li> <li>• Forze e moti</li> <li>• Le tre leggi della dinamica</li> <li>• Sistemi di riferimento</li> <li>• Sistemi di riferimento inerziali e non inerziali</li> <li>• Forze apparenti</li> <li>• Principio di relatività galileiana</li> </ul> <p><b><u>Esperienze possibili</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Seconda legge della dinamica con rotaia a cuscinio d'aria</i></li> <li>• <i>Moto del proiettile con Tracker</i></li> <li>• <i>Moto del proiettile con cannoncino</i></li> </ul>	Settembre - novembre
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretare il lavoro come trasformazione di una forma di energia</li> <li>• Saper definire una forza conservativa</li> <li>• Riconoscere con esempi quando si è in presenza di energia potenziale</li> <li>• Saper distinguere il concetto di potenziale da quello di lavoro</li> </ul>	<p><b><u>Principi di conservazione</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavoro di una forza</li> <li>• Energia cinetica</li> <li>• Energia potenziale</li> <li>• Conservazione dell'energia con forze conservative e non conservative</li> </ul> <p><b><u>Esperienze possibili</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Conservazione dell'energia meccanica con rotaia a cuscinio d'aria</i></li> </ul>	Dicembre
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saper individuare un sistema fisico e fare ipotesi sull'evoluzione del sistema in presenza di urti</li> <li>• Saper determinare la quantità di moto di un sistema</li> <li>• saper applicare il principio di conservazione della quantità di moto</li> <li>• Saper distinguere un moto traslatorio da uno rotatorio</li> <li>• Saper definire il momento di una forza</li> <li>• Saper distinguere centro di massa e centro di gravità</li> <li>• saper definire momento angolare e sua conservazione</li> </ul>	<p><b><u>Principi di conservazione</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equazione di Bernoulli (*)</li> <li>• Quantità di moto e sua conservazione</li> <li>• Sistema di corpi</li> <li>• Centro di massa</li> <li>• Momento d'inerzia</li> <li>• Corpo rigido</li> <li>• Momento angolare e sua conservazione</li> </ul> <p><b><u>Esperienze possibili</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Urti elastici e anelastici con rotaia a cuscinio d'aria</i></li> </ul>	Gennaio - febbraio



Abilità	Conoscenze	Tempi
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descrivere il modello geocentrico ed eliocentrico ed inquadrarli dal punto di vista storico</li> <li>• Individuare alcune proprietà del moto dei satelliti ed evidenziare le analogie col moto dei proiettili</li> <li>• Saper ricavare la terza legge di Keplero dalla legge di gravitazione universale</li> </ul>	<p><b><u>Interazione gravitazionale (**)</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ipotesi di Copernico</li> <li>• Leggi di Keplero</li> <li>• Enunciato della legge di gravitazione universale</li> </ul> <p>(**) <i>il presente argomento può essere trattato in terza o in quarta a discrezione del docente</i></p>	<p>Prima metà di marzo</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capire i concetti di sistema termodinamico, variabile di stato, equilibrio termodinamico.</li> <li>• Definire i vari tipi di trasformazione, saperli descrivere e rappresentare graficamente.</li> <li>• Sapere interpretare macroscopicamente e microscopicamente i parametri che caratterizzano un sistema termodinamico.</li> <li>• Saper enunciare il 1° principio della termodinamica attraverso la nozione di energia interna di un sistema e come aspetto del più generale principio di conservazione dell'energia.</li> </ul>	<p><b><u>Termodinamica 1</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pressione, volume e temperatura.</li> <li>• Proprietà elastiche dei gas: legge di Boyle e leggi di Gay-Lussac</li> <li>• Equazione di stato dei gas perfetti.</li> <li>• Energia interna</li> <li>• Teoria cinetica dei gas. Distribuzione delle velocità delle molecole di un gas.</li> <li>• Equipartizione dell'energia.</li> <li>• Primo principio della termodinamica</li> </ul> <p><b><u>Esperienze possibili</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Verifica delle leggi dei gas</i></li> <li>• <i>Conducibilità termica</i></li> </ul>	<p>Seconda metà marzo – metà maggio</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distinguere trasformazioni reversibili e irreversibili.</li> <li>• Saper enunciare il 2° principio della termodinamica nelle tre formulazioni e capirne la loro equivalenza.</li> <li>• Saper descrivere macchine termiche reali ed ideali.</li> <li>• Capire e definire energia ed entropia dal punto di vista macroscopico e microscopico.</li> <li>• Capire il legame tra il 2° principio e l'evoluzione spontanea dei sistemi complessi.</li> </ul>	<p><b><u>Termodinamica 2</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Applicazione del primo principio della termodinamica.</li> <li>• Macchine termiche</li> <li>• Macchina di Carnot e rendimento ideale</li> <li>• Secondo principio della termodinamica.</li> <li>• Entropia. (*)</li> <li>• Definizione probabilistica di entropia. Ordine e disordine. (*)</li> <li>• Evoluzione spontanea dei sistemi complessi. (*)</li> </ul> <p><b><u>Esperienze possibili</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Macchina di Savery</i></li> <li>• <i>Realizzazione di un ciclo termodinamico e calcolo del lavoro svolto</i></li> <li>• <i>Motore di Stirling</i></li> </ul>	<p>Seconda metà maggio - giugno</p>

(\*) Contenuto facoltativo



## Classi quarte liceo scientifico e scienze applicate

Abilità	Conoscenze	Tempi
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riuscire a distinguere e rappresentare traiettoria e diagramma orario di un moto armonico</li> <li>• Costruire per ogni moto i diagrammi S/t, V/t, a/t, ricavando da essi le relazioni matematiche corrispondenti</li> <li>• Utilizzare l'elaboratore elettronico per simulare tali moti o per risolvere problemi ed elaborare dati</li> <li>• saper distinguere onde a impulso e periodiche</li> <li>• saper distinguere onde longitudinali e trasversali</li> <li>• saper distinguere fenomeni e loro interpretazione tramite particelle e onde</li> <li>• Saper applicare il teorema di Fourier</li> <li>• Saper cogliere il carattere tipicamente ondulatorio di interferenza e diffrazione</li> <li>• saper interpretare i fenomeni di riflessione, rifrazione e diffrazione tramite il principio di Huygens</li> </ul>	<p><b>Oscillazioni e onde</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moto armonico</li> <li>• Oscillatore armonico</li> <li>• Sistemi meccanici oscillanti</li> <li>• Energia dell'oscillatore</li> <li>• Oscillazioni forzate, smorzate, risonanza (*)</li> <li>• Onde e loro propagazione</li> <li>• Onde sinusoidali e loro equazioni. Principio di sovrapposizione.</li> <li>• Riflessione, rifrazione, interferenza, diffrazione</li> <li>• Onde stazionarie. Interpretazione dei fenomeni mediante il principio di Huygens</li> </ul> <p><b>Esperienze possibili</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Determinazione della costante elastica di una molla con metodo statico e dinamico</i></li> <li>• <i>Studio del moto armonico con il sensore di distanza Pasco</i></li> <li>• <i>Moto armonico come proiezione del moto circolare: il moto dei satelliti di Giove con Stellarium</i></li> <li>• <i>Studio delle oscillazioni di un pendolo in funzione della lunghezza, della massa appesa, dell'angolo di oscillazione.</i></li> <li>• <i>Ondoscopio:</i> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Propagazione delle onde: lunghezza d'onda, velocità e frequenza</i></li> <li>2. <i>interferenza di onde in fase e in opposizione di fase</i></li> <li>3. <i>Diffrazione: modifica del fronte d'onda in funzione dell'apertura</i></li> <li>4. <i>Interferenza di onde circolari prodotte da diffrazione</i></li> </ol> </li> </ul>	<p>Settembre - ottobre</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saper individuare il carattere ondulatorio del suono</li> <li>• Saper riconoscere i caratteri distintivi del suono</li> <li>• Saper distinguere suoni e rumori</li> <li>• Conoscere la relazione tra armoniche e sensazioni sonore</li> <li>• Conoscere le scale fonometriche</li> <li>• Conoscere assorbimento, riflessione e trasmissione dei suoni, anche in relazione all'acustica architettonica</li> <li>• Saper distinguere tra i diversi modelli interpretativi sulla natura fisica della luce</li> <li>• Conoscere i diversi tipi di spettri e le sorgenti relative di emissione</li> <li>• Saper individuare le caratteristiche tipicamente ondulatorie e quelle tipicamente corpuscolari relative alla luce</li> <li>• Saper individuare i legami tra luce e altri tipi di radiazioni</li> </ul>	<p><b>Acustica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le onde sonore</li> <li>• Il trasporto di energia</li> <li>• Le onde stazionarie nelle corde</li> <li>• Le onde stazionarie nei tubi (*)</li> <li>• Battimenti (*)</li> <li>• Effetto Doppler</li> </ul> <p><b>La luce</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Esperimento di Young e dimostrazione della natura ondulatoria della luce</li> <li>• Diffrazione</li> <li>• Diffrazione e interferenza da doppia fenditura</li> <li>• Reticolo di diffrazione (*)</li> <li>• Risoluzione degli strumenti ottici e criterio di Rayleigh (*)</li> </ul> <p><b>Esperienze possibili</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Risonanza</i></li> <li>• <i>Battimenti</i></li> <li>• <i>Onde stazionarie</i></li> <li>• <i>Interferenza e/o diffrazione con banco ottico e laser rosso o verde</i></li> </ul>	<p>Novembre - dicembre</p>



Abilità	Conoscenze	Tempi
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descrivere il modello geocentrico ed eliocentrico ed inquadrarli dal punto di vista storico</li> <li>• Individuare alcune proprietà del moto dei satelliti ed evidenziare le analogie col moto dei proiettili</li> <li>• Saper ricavare la terza legge di Keplero dalla legge di gravitazione universale</li> </ul>	<p><b><u>Interazione gravitazionale (**)</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ipotesi di Copernico</li> <li>• Leggi di Keplero</li> <li>• Enunciato della legge di gravitazione universale</li> </ul> <p><i>(**) il presente argomento può essere trattato in terza o in quarta a discrezione del docente</i></p>	gennaio
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Individuare i tipi di cariche elettriche esistenti e la loro interazione</li> <li>• Saper la legge di conservazione della carica elettrica</li> <li>• Conoscere la legge della forza elettrica nel caso di cariche puntiformi e saperla applicare</li> <li>• saper riconoscere analogie e differenze tra legge di Coulomb e legge di gravitazione universale</li> <li>• Individuare il problema dell'azione a distanza</li> <li>• Capire il concetto di campo</li> <li>• Individuare analogie e differenze tra campo gravitazionale e campo elettrostatico</li> <li>• Saper individuare il carattere vettoriale dei campi <b>g</b> ed <b>E</b></li> <li>• Saper individuare, noti i campi, le forze agenti su masse e cariche</li> <li>• Saper distinguere il concetto di potenziale da quello di lavoro</li> <li>• Saper definire la circuitazione e il flusso di un campo</li> <li>• Saper utilizzare il teorema di Gauss per calcolare i campi in varie situazioni</li> </ul>	<p><b><u>Interazione elettrostatica</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Legge di Coulomb</li> <li>• Campo gravitazionale e campo elettrostatico</li> <li>• Vettori campo gravitazionale e campo elettrico</li> <li>• Principio di sovrapposizione dei campi</li> <li>• Circuitazione di E e campi conservativi</li> <li>• Potenziale ed energia potenziale</li> <li>• Flusso e teorema di Gauss</li> </ul> <p><b><u>Esperienze possibili</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Visualizzazione delle linee di campo elettrico</i></li> <li>• <i>Esperimenti vari sull'elettizzazione dei corpi</i></li> </ul>	Febbraio –metà aprile
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saper distinguere il comportamento elettrico dei materiali (conduttori, semiconduttori, isolanti).</li> <li>• Saper interpretare la conduzione nei diversi stati della materia.</li> <li>• Conoscere gli elementi fondamentali di un circuito in c.c., le grandezze che li descrivono e la loro funzione.</li> <li>• Saper costruire un circuito a partire dallo schema simbolico.</li> <li>• Saper risolvere problemi sui circuiti.</li> <li>• Saper progettare semplici circuiti per risolvere i problemi proposti.</li> <li>• Saper descrivere e distinguere la conduzione nei gas a pressioni diverse</li> </ul>	<p><b><u>Conduttori, isolanti, semiconduttori.</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Condensatori: capacità, energia accumulata</li> <li>• Condensatori in serie e parallelo (*)</li> <li>• Esperimento di Thomson</li> <li>• Leggi di Ohm</li> <li>• Leggi di Kirchhoff (*)</li> <li>• Resistenze in serie e in parallelo</li> <li>• Circuiti in CC</li> </ul> <p><b><u>Esperienze possibili</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Leggi di Ohm e circuiti</i></li> <li>• <i>Esperimento di Edison</i></li> </ul>	Metà aprile - maggio
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saper valutare e rappresentare il campo magnetico, riconoscendo le sostanziali differenze con il campo elettrico.</li> </ul>	<p><b><u>Campo magnetostatico:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Effetti magnetici e dibattito ottocentesco sulla natura del magnetismo</li> <li>• Esperimento storico di Oersted e sua interpretazione</li> <li>• Esperimento di Ampère e sua teoria sulle origini del magnetismo nella materia</li> <li>• Campo magnetico generato da un filo rettilineo, da una spira e da un solenoide</li> </ul>	Metà maggio- giugno

Nota sulle esperienze di laboratorio:

Le esperienze indicate sono solo alcune tra le esperienze che si possono svolgere in ciascun argomento. È possibile scegliere tra le esperienze indicate oppure svolgere esperienze non indicate nel piano di lavoro ma inerenti agli argomenti ivi riportati.

(\*) Contenuto facoltativo



## **Competenze specifiche per la Fisica nel 2° biennio**

1	Distinguere nell'esame di una problematica gli aspetti scientifici dai presupposti ideologici, filosofici, sociali ed economici
2	Inquadrare in un medesimo schema logico situazioni diverse, riconoscendo analogie e differenze, proprietà varianti ed invarianti.
3	Affrontare con flessibilità situazioni impreviste di natura scientifica e/o tecnica
4	Applicare in contesti diversi le conoscenze acquisite e collegare le conoscenze acquisite con le implicazioni della realtà quotidiana
5	Utilizzare criticamente le informazioni facendo anche uso di documenti originali quali memorie storiche, articoli scientifici, articoli divulgativi, ecc.
6	Riconoscere i fondamenti scientifici delle attività tecniche
7	Riconoscere l'ambito di validità delle leggi scientifiche.
8	Conoscere, scegliere e gestire strumenti matematici adeguati ed interpretarne il significato fisico



## Liceo Scientifico e Scienze Applicate FISICA – QUINTO ANNO

Abilità	Conoscenze	Tempi
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saper valutare <b>B</b> nel caso di un filo rettilineo percorso da corrente, nel centro di una spira e all'interno di un solenoide.</li> <li>• Riconoscere le differenze tra campi conservativi e non conservativi.</li> <li>• Saper descrivere le traiettorie di particelle in campi elettrici e in campi magnetici.</li> <li>• Riconoscere materiali paramagnetici, diamagnetici e ferromagnetici.</li> </ul>	<p><b><u>Campo magnetostatico:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proprietà del campo magnetostatico: teorema di Gauss e circuitazione del campo magnetico</li> </ul> <p><b><u>L'azione del campo magnetico su cariche e correnti</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forza di Lorentz</li> <li>• Moto di una carica in un campo magnetico uniforme: caso generale</li> <li>• Forza di cui risente un tratto rettilineo di circuito percorso da corrente. Unità di misura di <b>B</b>.</li> <li>• Azione di un campo magnetico su una spira percorsa da corrente, motore elettrico</li> <li>• Acceleratori di particelle: funzionamento e limiti di applicazione</li> <li>• Sincrotroni e acceleratori più complessi. LHC.**</li> <li>• Lo spettrometro di massa e la scoperta degli isotopi. **</li> <li>• L'esperienza di Thomson e la determinazione del rapporto e/m. Esperimento di Millikan</li> </ul> <p><b><u>Esperienze possibili</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Osservazione 2D e 3D delle linee di forza generate da un magnete</li> <li>• Esperimento di Oersted e Ampere</li> <li>• Studio della legge <math>F = I \times B</math></li> <li>• Funzionamento del motore e dell'alternatore</li> <li>• Effetto Meissner in magneti superconduttori</li> </ul>	settembre/ottobre
<ul style="list-style-type: none"> <li>• saper applicare la legge dell'induzione elettromagnetica</li> <li>• Capire il fenomeno dell'autoinduzione e riconoscerlo in situazioni pratiche.</li> <li>• Riconoscere gli effetti induttivi nei circuiti in c.a.</li> <li>• Capire la produzione e il trasporto dell'energia elettrica.</li> <li>• Capire il funzionamento di strumenti di misura</li> <li>• Saper individuare le caratteristiche tipicamente ondulatorie della luce</li> <li>• Saper individuare i legami tra luce e altri tipi di radiazioni</li> </ul>	<p><b><u>Campi magnetici variabili nel tempo e radiazione elettromagnetica</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Scoperta della corrente indotta. Legge di Faraday-Neumann-Lenz</li> <li>• Deduzione della f.e.m. indotta nel caso particolare di flusso tagliato.</li> <li>• Legge di Lenz come conseguenza del principio di conservazione dell'energia.</li> <li>• Induzione elettromagnetica.</li> <li>• Circuiti RL ed RC (trattati come esempio di equazioni differenziali).</li> <li>• Principio di funzionamento dell'alternatore.</li> <li>• Non conservatività del campo elettromotore. Generalizzazione della legge della circuitazione di Ampère nel caso in cui siano presenti campi elettromotori.</li> <li>• Critica di Maxwell alla legge della circuitazione di Ampère.</li> <li>• Ipotesi della corrente di spostamento secondo Maxwell.</li> <li>• Equazioni di Maxwell e previsione della propagazione dei campi elettrici e magnetici secondo la modalità delle onde.</li> <li>• onde elettromagnetiche e loro caratteristiche: generazione di un'onda em (*), velocità, spettro em, energia, momento(*), effetto Doppler.</li> <li>• Polarizzazione</li> </ul> <p><b><u>Esperienze possibili</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Correnti indotte</li> <li>• Studio delle microonde</li> </ul>	novembre-dicembre



Abilità	Conoscenze	Tempi
<ul style="list-style-type: none"> <li>Conoscere l'invarianza della velocità della luce e riconoscerne l'importanza nella crisi della meccanica classica e del concetto di tempo</li> <li>Conoscere il principio di relatività</li> <li>Conoscere e capire il significato di intervallo spazio-tempo</li> <li>Capire l'importanza dell'ipotesi di Einstein non solo nel rivoluzionare le teorie di Newton, ma anche nell'interpretazione dell'Universo</li> <li>Saper riconoscere l'invarianza delle leggi per sistemi inerziali e non</li> </ul>	<p><b>Relatività</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Richiami di relatività Galileiana</li> <li>Invarianza della velocità della luce</li> <li>Principio di relatività</li> <li>dilatazione del tempo, contrazione delle lunghezze, intervallo spazio-tempo</li> <li>Composizione relativistica delle velocità</li> <li>Diagrammi di Minkowsky (*)</li> <li>Massa, impulso, energia</li> <li>Relatività generale: cenni</li> </ul>	gennaio-febbraio
<ul style="list-style-type: none"> <li>Conoscere i diversi tipi di emissione</li> <li>Saper distinguere tra radioattività naturale e artificiale</li> <li>Conoscere i diversi modelli di nucleo</li> <li>Saper distinguere tra fissione e fusione nucleare</li> <li>Conoscere le due famiglie di particelle, quark e leptoni</li> <li>Conoscere l'interpretazione quantistica dei campi (seconda quantizzazione e particelle virtuali)</li> <li>Conoscere la struttura e l'evoluzione delle stelle</li> <li>Saper usare le conoscenze acquisite in meccanica quantistica e in relatività per interpretare la struttura e l'evoluzione di stelle, galassie e dell'intero Universo</li> <li>Capire l'importanza dello sviluppo tecnologico (radiotelescopi, satelliti per UV, IF) nello sviluppo della conoscenza dell'Universo</li> <li>Conoscere i diversi modelli di Universo</li> <li>Capire l'interconnessione tra tali modelli e i modelli relativi al campo microscopico</li> </ul>	<p><b>Fisica nucleare</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nucleo atomico</li> <li>Radioattività</li> <li>Effetti biologici delle radiazioni</li> <li>Fissione e centrali nucleari</li> <li>Fusione e ciclo di vita delle stelle</li> <li>Particelle elementari (*)</li> <li>Struttura e dinamica delle stelle(*)</li> <li>Metodi d'indagine in astrofisica (*)</li> <li>Fondamenti di cosmologia (*)</li> <li>Modelli d'universo(*)</li> </ul> <p>(*) ogni docente può scegliere quali argomenti affrontare e il relativo livello di approfondimento</p> <p><b>Esperienze possibili</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rivelatore di muoni</li> </ul>	Marzo - Aprile
<ul style="list-style-type: none"> <li>Saper riconoscere spettri di emissione e spettri di assorbimento</li> <li>Conoscere gli esperimenti che hanno determinato la crisi della fisica classica</li> <li>Saper individuare le ipotesi di Einstein relativamente alla quantizzazione dell'energia della luce</li> <li>Conoscere e capire il dualismo onda-corpuscolo</li> <li>Conoscere e capire il principio d'indeterminazione</li> <li>Saper riconoscere l'importanza di tale principio non solo nel successivo sviluppo tecnologico ma anche nel pensiero e nella cultura del '900</li> <li>Saper collegare l'interpretazione probabilistica al comportamento "ondulatorio" delle particelle</li> </ul>	<p><b>Quanti, materia e radiazione</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Il corpo nero e la quantizzazione di Planck</li> <li>L'effetto fotoelettrico e la quantizzazione di Einstein</li> <li>L'effetto Compton</li> <li>Lo spettro dell'idrogeno e il modello di Bohr</li> <li>L'esperimento di Frank e Hertz (*)</li> <li>Le proprietà ondulatorie della materia e l'ipotesi di De Broglie</li> <li>Il principio di indeterminazione di Heisenberg</li> <li>Il principio di sovrapposizione e l'esperimento della doppia fenditura</li> </ul> <p><b>Esperienze possibili</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Spettro di emissione dei gas</li> </ul>	Aprile - Maggio

Nota sulle esperienze di laboratorio:

Le esperienze indicate sono solo alcune tra le esperienze che si possono svolgere in ciascun argomento. È possibile scegliere tra le esperienze indicate oppure svolgere esperienze non indicate nel piano di lavoro ma inerenti agli argomenti ivi riportati.





## **Competenze specifiche per la Fisica nel quinto anno**

1	Distinguere nell'esame di una problematica gli aspetti scientifici dai presupposti ideologici, filosofici, sociali ed economici
2	Inquadrare in un medesimo schema logico situazioni diverse, riconoscendo analogie e differenze, proprietà varianti ed invarianti.
3	Affrontare con flessibilità situazioni impreviste di natura scientifica e/o tecnica
4	Applicare in contesti diversi le conoscenze acquisite e collegare le conoscenze acquisite con le implicazioni della realtà quotidiana
5	Utilizzare criticamente le informazioni facendo anche uso di documenti originali quali memorie storiche, articoli scientifici, articoli divulgativi, ecc.
6	Riconoscere i fondamenti scientifici delle attività tecniche
7	Riconoscere l'ambito di validità delle leggi scientifiche.
8	Conoscere, scegliere e gestire strumenti matematici adeguati ed interpretarne il significato fisico



### 3. TEMPI E TIPOLOGIA DELLE PROVE

Le prove scritte di Fisica si basano sulla risoluzione di problemi e/o sulla trattazione di quesiti teorici.

I voti sulla pagella sono assegnati secondo le modalità stabilite dal Collegio dei Docenti e riportate nel Piano Triennale dell'Offerta Formativa.

E' discrezione del docente richiedere ad uno studente assente durante una verifica il recupero della stessa.

Il numero delle valutazioni per ciascuno studente seguirà la seguente scansione:

**Liceo scientifico, primo biennio**

Almeno due valutazioni nel trimestre

Almeno tre valutazioni a libera scelta dal docente tra prove scritte, orali e relazioni di laboratorio nel pentamestre

**Liceo scientifico, secondo biennio e quinto anno**

Almeno due prove nel trimestre.

Almeno tre prove nel pentamestre, di cui una orale.

### Prove comuni

Al momento della pubblicazione del piano di lavoro non sono state prese decisioni in merito allo svolgimento di prove comuni.



## 4. CRITERI DI VALUTAZIONE

### Criteria di valutazione delle prove scritte di fisica

Le indicazioni che seguono sono valide per la correzione di tutte le prove ad esclusione delle prove comuni delle classi Quinte che saranno valutate in ventesimi con l'apposita griglia di correzione.

A ogni esercizio verrà assegnato un punteggio proporzionato alle difficoltà, alle competenze e ai tempi di esecuzione che presenta il singolo esercizio. La somma di tutti i punteggi costituirà il punteggio complessivo della prova. Il voto della prova si otterrà dalla seguente formula:

$$voto = \frac{\text{punteggio conseguito}}{(\text{punteggio massimo}):9} + 1$$

Alternativamente, a discrezione dell'insegnante, è possibile valutare i singoli esercizi con punteggio da 2 a 10, assegnando a ciascuno di essi un peso in base alla difficoltà, alle competenze e ai tempi di esecuzione che richiede l'esercizio, ed eseguendo la media ponderata che determinerà il voto finale.

Si stabilisce che in nessun caso possono essere assegnati voti inferiori a 2 decimi.

**E' fondamentale che il punteggio assegnato a ciascun esercizio sia indicato sulla prova all'atto della somministrazione. Gli studenti devono conoscere in anticipo le procedure di valutazione.**

Nell'assegnazione del punteggio ai singoli esercizi si terrà conto delle voci indicate nella seguente tabella:

#### **Fisica: prova scritta**

- Conoscenza di leggi, principi e teoremi
- Capacità di impostazione formale o di trattazione teorica
- Corretto uso delle formule matematiche e delle unità di misura

#### **Prove scritte a risposta aperta**

- Comprensione della domanda ed esposizione delle conoscenze
- Coerenza dell'argomentazione
- Correttezza nell'uso della terminologia specifica
- Capacità di confrontare e collegare temi diversi



### Criteria di valutazione delle prove orali di fisica

I voti andranno dal 2 al 10 e saranno assegnati anche i mezzi voti.

Nel colloquio saranno valutati:

- La conoscenza dei contenuti.
- L'acquisizione delle competenze.
- La capacità di collegamento e di rielaborazione dei contenuti.
- Le capacità espressive (correttezza e proprietà di linguaggio).

### Tabella di valutazione delle prove orali di fisica: 1° Biennio

OBIETTIVI	DESCRITTORI	PUNTI
CONOSCENZE DISCIPLINARI	Gravi lacune. Errori di comprensione	1
	Incomplete e superficiali. Qualche errore di comprensione	2
	Corrette ma incomplete o superficiali	2,5
	Corrette e complete.	3
	Conoscenze ampie e approfondite.	4
CAPACITÀ DI RIELABORAZIONE E DI APPLICAZIONE DELLE CONOSCENZE APPRESE	Non è in grado di applicare le conoscenze nemmeno se guidato	0
	Anche se guidato commette errori	1
	Se guidato applica correttamente le conoscenze	1,5
	Applica le conoscenze acquisite autonomamente con qualche lieve errore od incertezza. Se guidato è in grado di correggersi	2
	Applica le conoscenze acquisite autonomamente e senza commettere errori	2,5
	Applica le conoscenze acquisite autonomamente con sicurezza e senza commettere errori, anche a situazioni nuove o complesse.	3
CAPACITÀ ESPOSITIVE	Esposizione incerta e/o poco rigorosa sia nell'impostazione che nell'uso della terminologia	1
	Fatica a sviluppare in modo autonomo la trattazione degli argomenti proposti. Sostanziale correttezza lessicale.	1,5
	Espone autonomamente solo i concetti fondamentali. L'uso della terminologia è semplice	2
	Presenta in modo autonomo gli argomenti proposti. Utilizza un lessico corretto	2,5
	Presenta in modo accurato ed approfondito gli argomenti proposti.	3

Il voto si ottiene sommando i punti assegnati a ciascuno dei tre obiettivi.



**Tabella di valutazione delle prove orali di fisica: 2° Biennio e quinto anno**

OBIETTIVI	DESCRITTORI	PUNTI
CONOSCENZE DISCIPLINARI	Gravi lacune. Errori di comprensione	1
	Incomplete e superficiali. Qualche errore di comprensione	2
	Corrette ma incomplete o superficiali	2,5
	Corrette e complete.	3
	Conoscenze ampie e approfondite.	3,5
	Conoscenze ampie e approfondite, utilizzate in modo autonomo e sicuro	4
CAPACITÀ DI RIELABORAZIONE E DI APPLICAZIONE DELLE CONOSCENZE APPRESE	Non è in grado di applicare le conoscenze nemmeno se guidato	0
	Anche se guidato commette errori	1
	Se guidato applica correttamente le conoscenze	1,5
	Applica le conoscenze acquisite autonomamente con qualche lieve errore od incertezza. Se guidato è in grado di correggersi	2
	Applica le conoscenze acquisite autonomamente e senza commettere errori	2,5
	Applica le conoscenze acquisite autonomamente con sicurezza e senza commettere errori, anche a situazioni nuove o complesse.	3
CAPACITÀ DI ANALISI E SINTESI. CAPACITÀ ESPOSITIVE	Esposizione incerta e/o poco rigorosa sia nell'impostazione che nell'uso della terminologia	1
	Fatica a sviluppare in modo autonomo la trattazione degli argomenti proposti. Sostanziale correttezza lessicale.	1,5
	Espone autonomamente solo i concetti fondamentali. L'uso della terminologia è semplice	2
	Presenta in modo autonomo gli argomenti proposti. Utilizza un lessico corretto	2,5
	Presenta in modo accurato ed approfondito gli argomenti proposti. Utilizza un lessico ricco e vivace	3

Il voto si ottiene sommando i punti assegnati a ciascuno dei tre obiettivi.



## **5. RECUPERO DELLE INSUFFICIENZE DEL TRIMESTRE**

Le materie per le quali verranno avviati dei corsi di recupero sono decise di anno in anno dal collegio dei docenti sulla base delle risorse disponibili.

La prova di recupero sarà comunque effettuata da tutti gli studenti entro i termini stabiliti di anno in anno dal collegio docenti.

Per questo anno scolastico:

- La prova di recupero di fisica sarà scritta

## **6. RECUPERO DEL DEBITO PER GLI ALUNNI CON SOSPENSIONE DI GIUDIZIO**

Le prove verranno effettuate secondo calendario d'istituto comunicato agli studenti nel mese di giugno.

Salvo modifiche che dovessero essere approvate dal Collegio dei Docenti nei prossimi mesi, anche per questo anno scolastico il recupero del debito sarà così strutturato:

- Fisica- Liceo Scientifico: una prova scritta di due ore

## **7. VARIAZIONI RISPETTO ALLA PROGRAMMAZIONE COMUNE**

La programmazione sarà rispettata da tutti i docenti. Possibili variazioni riguarderanno quelle classi che, a causa delle difficoltà incontrate nello studio, avranno bisogno di un tempo più lungo per la comprensione e l'assimilazione degli argomenti. Tali situazioni saranno segnalate nei verbali dei Consigli di Classe e/o degli scrutini.



## 8. PROGETTI INTEGRATIVI DELL'OFFERTA FORMATIVA (per tutti gli indirizzi della scuola)

Oltre al programma curricolare, gli insegnanti di Fisica propongono anche per quest'anno scolastico alcune attività integrative:

### Concorsi

#### Olimpiadi della fisica e giochi di Anacleto

L'adesione alle gare è facoltativa, e comunque autorizzata dalla Scuola. Parteciperanno alle fasi successive coloro che nella prima fase hanno ottenuto un punteggio superiore a quello che viene comunicato dal referente provinciale.

### Visite guidate e viaggi di istruzione

1	<b>CERN (1 giorno)</b>	TRASVERSALE 24 gennaio (1 giorno)	Studenti delle classi quinte
2	<b>CNAO PAVIA</b>	Virtuale Intera classe <b><u>Richiesta la presenza del docente di materia</u></b>	Studenti delle classi quinte
3	<b>ELETTRA FERMI TRIESTE (1 giorno)</b>	Intera classe (1 giorno)	Studenti delle classi quinte
4	<b>Pisa (Virgo) e Bologna (Medicina) (2 gg)</b> Visita al rivelatore di onde gravitazionali e al radiotelescopio Croce del Nord	TRASVERSALE (mese di febbraio)	Studenti delle classi quarte (se restano posti, aperto anche alle quinte)
5	<b>Mirabilandia (1 giorno)</b>	Intera classe	Classi seconde liceo scientifico e quarte liceo classico
6	<b>Ducati (1 giorno)</b>	Intera classe	Classi terze liceo scientifico
7	<b>Genova, Bergamo, Como</b>	Partecipazione ai vari festival della scienza	Tutte le classi



9	<b>Iniziative proposte dalle Università nell'ambito dei PLS</b>	Partecipazione ai laboratori e alle conferenze proposte	Tutte le classi
10	<b>Visite a mostre/musei di carattere scientifico</b>	Partecipazione a mostre o iniziative di carattere scientifico offerte da enti esterni sul territorio, organizzazione a carico del docente della classe	Tutte le classi

Le iniziative rivolte all'intera classe sono subordinate all'approvazione del CdC e la loro organizzazione è interamente a carico del docente che le propone alla propria classe.

## Iniziative culturali all'interno dell'Istituto

I seguenti progetti, se attivati, si potranno svolgere sia in orario curricolare che di pomeriggio; nel primo caso la partecipazione degli alunni è subordinata all'approvazione da parte del consiglio di classe:

*partecipazione subordinata all'approvazione del Consiglio di Classe:*

### **Medicina nucleare**

#### **Per le classi quinte :**

Diagnostica per immagini e terapie con radiazioni ionizzanti.

1 incontro di due ore a cura di un relatore esterno: dott. Cristina CANZI

### **LEZIONI DI ASTROFISICA (a cura del dott. Alberto Colombo)**

**Classi quarte I.s.:** "Virgo: onde gravitazionali e loro rivelazione" preparazione al viaggio a Virgo (1 incontro di 2 ore)

**Classi quinte:** "Cosa ancora non sappiamo?"

"Il tempo e lo spazio tra scienza e filosofia"

(2 incontri di 2 ore ciascuno)

Le classi che partecipano alle conferenze saranno accompagnate dal docente di fisica.

*Progetti pomeridiani (a libera scelta, non subordinati all'approvazione del cdc)*

### **Laboratorio sull'energia**

#### **Per le classi seconde e terze I.s.:**

2 incontri pomeridiani di 2 ore ciascuno tenuti dal Prof. Ludwig (Dipartimento di Fisica)

### **Laboratorio di astrofisica**

#### **Per le classi quarte I.s.:**

Laboratorio pomeridiano di astrofisica aperto agli studenti che partecipano al viaggio a Virgo, valevole come PCTO





## 9. ALLEGATO

### Contenuti imprescindibili Liceo Scientifico e delle Scienze Applicate

#### Contenuti al termine del **primo** biennio:

- Teoria della misura e degli errori;
- Moto rettilineo uniforme e uniformemente accelerato;
- Somma e differenza tra vettori in particolare applicate alle forze;
- Forza peso, forza di attrito, forza elastica, reazione vincolare;
- Equilibrio del punto materiale
- Statica dei fluidi;
- Leggi della calorimetria;
- Forme di energia

#### Contenuti al termine del **secondo** biennio:

- Moto circolare uniforme e moto parabolico
- Principi della dinamica
- Conservazione dell'energia meccanica.
- Conservazione della quantità di moto.
- Conservazione del momento angolare
- Gravitazione universale di Newton e le leggi di Keplero.
- Teoria cinetica dei gas, l'equazione di stato dei gas perfetti e principi della termodinamica;
- Onde meccaniche ed elettromagnetiche, parametri caratterizzanti un'onda e i fenomeni tipici delle onde (riflessione, rifrazione, interferenza e diffrazione)
- Elementi fondamentali dell'elettrostatica e della magnetostatica attraverso il concetto di campo.
- Leggi di Ohm e circuiti in serie e in parallelo.

Desio, 16 ottobre 2022

Il coordinatore del gruppo di materia  
*prof. Nicoletta LANZANI*



## INDICE LICEO CLASSICO

1) <a href="#">PROFILO GENERALE E COMPETENZE</a>	pag. 27
2) <a href="#">PROGRAMMAZIONE LICEO CLASSICO</a>	pag. 29
3) <a href="#">TEMPI E TIPOLOGIA DELLE PROVE DI VERIFICA</a>	pag. 35
4) <a href="#">CRITERI DI VALUTAZIONE</a>	pag. 36
5) <a href="#">RECUPERO DELLE INSUFFICIENZE DEL PRIMO PERIODO</a>	pag. 39
6) <a href="#">RECUPERO DEL DEBITO PER GLI ALUNNI CON GIUDIZIO SOSPESO</a>	pag. 39
7) <a href="#">VARIAZIONI RISPETTO ALLA PROGRAMMAZIONE COMUNE</a>	pag. 39
8) <a href="#">CONTENUTI IMPRESCINDIBILI L. CLASSICO</a>	pag. 40



## 1. PROFILO GENERALE E COMPETENZE

Al termine del percorso liceale lo studente avrà appreso i concetti fondamentali della fisica, le leggi e le teorie che li esplicitano, acquisendo consapevolezza del valore conoscitivo della disciplina e del nesso tra lo sviluppo della conoscenza fisica ed il contesto storico e filosofico in cui essa si è sviluppata.

In particolare, lo studente avrà acquisito le seguenti competenze: osservare e identificare fenomeni; formulare ipotesi esplicative utilizzando modelli, analogie e leggi; formalizzare un problema di fisica e applicare gli strumenti matematici e disciplinari rilevanti per la sua risoluzione; 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; comprendere e valutare le scelte scientifiche e tecnologiche che interessano la società in cui vive.

La libertà, la competenza e la sensibilità dell'insegnante – che valuterà di volta in volta il percorso didattico più adeguato alla singola classe – svolgeranno un ruolo fondamentale nel trovare un raccordo con altri insegnamenti (in particolare con quelli di matematica, scienze, storia e filosofia) e nel promuovere collaborazioni tra la sua Istituzione scolastica e Università, enti di ricerca, musei della scienza e mondo del lavoro, soprattutto a vantaggio degli studenti degli ultimi due anni.

### Obiettivi specifici di apprendimento

#### ***Liceo Classico***

##### **SECONDO BIENNIO**

Si inizierà a costruire il linguaggio della fisica classica (grandezze fisiche, scalari e vettoriali, e unità di misura) con l'obiettivo di portare lo studente alla risoluzione di semplici problemi che gli insegnino a semplificare e modellizzare situazioni reali; successivamente, si darà maggior rilievo all'impianto teorico e alla sintesi formale. Al tempo stesso, con un approccio sperimentale, si definirà con chiarezza il campo di indagine della disciplina e si insegnerà allo studente come esplorare fenomeni e come descriverli con un linguaggio adeguato.

Lo studio della meccanica riguarderà problemi relativi all'equilibrio dei corpi e dei fluidi, e al moto, che sarà affrontato sia dal punto di vista cinematico che dinamico, introducendo le leggi di Newton con una discussione dei sistemi di riferimento inerziali e non inerziali e del principio di relatività di Galileo. I concetti di lavoro di una forza, di potenza, di energia cinetica, di energia potenziale, di energia meccanica totale e di quantità di moto permetteranno di discutere i primi esempi di conservazione di grandezze fisiche. Il percorso didattico relativo alla meccanica sarà completato dallo studio dell'interazione gravitazionale con particolare riferimento al moto dei pianeti e alle leggi di Keplero fino alla sintesi newtoniana.

Nello studio dei fenomeni termici si dovranno affrontare concetti di base come temperatura, quantità di calore ed equilibrio termodinamico. Il modello del gas perfetto permetterà di comprendere le leggi dei gas e le loro trasformazioni. Lo studio dei principi della termodinamica permetterà allo studente di generalizzare la legge di conservazione dell'energia e di comprendere i limiti intrinseci alle trasformazioni tra forme di energia, anche nelle loro implicazioni tecnologiche.

L'ottica geometrica permetterà allo studente di spiegare fenomeni della vita quotidiana e di riconoscere il funzionamento e discutere le caratteristiche dei principali strumenti ottici. Elementi di ottica fisica saranno inclusi nel percorso didattico relativo allo studio dei fenomeni ondulatori che riguarderà i principali parametri delle onde meccaniche e i loro fenomeni caratteristici.



I temi indicati saranno sviluppati dall'insegnante secondo modalità e con un ordine coerenti con gli strumenti concettuali e con le conoscenze matematiche in possesso degli studenti, anche in modo ricorsivo, al fine di rendere lo studente familiare con il metodo di indagine specifico della fisica.

## **QUINTO ANNO**

Nel quinto anno si studieranno le caratteristiche dei fenomeni elettrici e magnetici, individuando analogie e differenze attraverso lo studio della carica elettrica, del campo elettrico, delle correnti elettriche e del campo magnetico. Il percorso didattico dovrà includere lo studio dell'elettromagnetismo approdando alla sintesi maxwelliana con una discussione adeguata agli strumenti matematici in possesso degli studenti. Per quanto riguarda le onde elettromagnetiche, ci si soffermerà in particolare sui loro effetti e sulle loro applicazioni nelle varie bande di frequenza. La dimensione sperimentale potrà essere ulteriormente approfondita con attività da svolgersi non solo nel laboratorio didattico della scuola, ma anche presso laboratori di università ed enti di ricerca, aderendo a progetti di orientamento.

E' opportuno che l'insegnante realizzi approfondimenti di fisica classica (per esempio potenziando gli strumenti matematici o mostrandone le applicazioni tecnologiche) e/o percorsi di fisica moderna (relativi al microcosmo e/o al macrocosmo).

Questi percorsi avranno lo scopo sia di una presa di coscienza, nell'esperienza storica, delle potenzialità e dei limiti del sapere fisico sul piano conoscitivo, sia di un orientamento agli studi universitari e a quelli di formazione superiore, nei quali si evidenzino i rapporti tra scienza e tecnologia, ed è auspicabile che possano essere svolti in raccordo con gli insegnamenti di matematica, scienze, storia e filosofia.



## 2. PROGRAMMAZIONE LICEO CLASSICO 2° BIENNIO E QUINTO ANNO

### COMPETENZE DI CITTADINANZA:

1. Imparare a imparare.
2. Progettare.
3. Comunicare.
4. Collaborare e partecipare.
5. Agire in modo autonomo e responsabile.
6. Risolvere problemi.
7. Individuare collegamenti e relazioni.
8. Acquisire e interpretare l'informazione.

### COMPETENZE DI BASE - ASSE SCIENTIFICO-TECNOLOGICO:

1. Osservare, descrivere ed analizzare fenomeni appartenenti alla realtà naturale e artificiale e riconoscere nelle varie forme i concetti di sistema e di complessità
2. Sintetizzare il contenuto di un problema ipotizzando procedimenti risolutivi che utilizzano opportuni strumenti matematici
3. Essere consapevole delle potenzialità e dei limiti delle tecnologie nel contesto culturale e sociale in cui vengono applicate.
4. Saper inquadrare le leggi e le teorie fisiche nel loro contesto storico.

### **Liceo Classico – 2° BIENNIO**

Abilità	Conoscenze	Tempi
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprendere la nascita della fisica moderna e del metodo scientifico nel loro contesto storico</li> <li>• Saper effettuare misure e calcolarne gli errori</li> <li>• Rappresentare leggi fisiche in quanto relazioni matematiche</li> <li>• Operare con grandezze fisiche vettoriali</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il metodo scientifico</li> <li>• Grandezze fisiche e loro dimensioni</li> <li>• Unità di misura del Sistema Internazionale</li> <li>• Notazione scientifica e cifre significative</li> <li>• Il significato di misura attendibile ed errore di misura</li> </ul>	<p>Classe terza Settembre- Ottobre</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Risolvere semplici problemi sull'equilibrio di un punto materiale</li> <li>• Misurare le forze col metodo statico</li> <li>• Utilizzare le leggi della statica dei fluidi per la risoluzione di semplici problemi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le condizioni di equilibrio di un punto materiale</li> <li>• Il momento di una forza e di una coppia di forze</li> <li>• Le condizioni di equilibrio di un corpo rigido</li> <li>• Le principali leggi della statica dei fluidi</li> </ul>	<p>Classe terza Ottobre Novembre- Dicembre</p> <p style="text-align: center;"><u>Fine</u> <u>trimestre</u></p>



Abilità	Conoscenze	Tempi
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcolare velocità ed accelerazione</li> <li>• Saper risolvere problemi sul moto</li> <li>• Saper costruire diagrammi spazio-tempo e velocità-tempo relativi al moto di un corpo.</li> <li>• Riconoscere l'indipendenza reciproca delle componenti di un moto</li> <li>• Individuare le caratteristiche dei moti osservati</li> <li>• Correlare frequenza e periodo in un moto periodico</li> <li>• Saper operare con velocità angolare e forza centripeta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il concetto di moto</li> <li>• Il significato e la definizione di velocità ed accelerazione</li> <li>• Composizione di spostamenti, velocità e accelerazioni.</li> <li>• Le equazioni del moto rettilineo uniforme ed uniformemente accelerato</li> <li>• Il problema della caduta libera</li> <li>• Moto del proiettile (facoltativo)</li> <li>• Il moto circolare uniforme</li> <li>• Il moto armonico e il pendolo (facoltativo)</li> </ul>	<p>Classe terza Gennaio- Febbraio</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizzare le leggi fondamentali della dinamica per calcolare i valori delle forze, delle masse e delle accelerazioni.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enunciato e significato dei tre principi della dinamica</li> <li>• Il significato di forza e di massa</li> <li>• Il significato di sistema di riferimento inerziale</li> <li>• Sistemi di riferimento non inerziali e forze apparenti</li> <li>• Forza centripeta e centrifuga</li> </ul>	<p>Classe terza Marzo- Aprile</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saper utilizzare i principi di Newton per risolvere problemi di dinamica (piano inclinato, attrito, carrucole, ecc.)</li> <li>• Determinare le caratteristiche del moto di un corpo conoscendo le condizioni iniziali e le forze a esso applicate.</li> <li>• Individuare i problemi in cui l'energia totale si conserva e saperla determinare in funzione dei parametri fisici (massa, velocità, posizione, ecc.).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Applicazioni della dinamica nella soluzione dei problemi</li> <li>• L'energia nelle sue varie forme</li> <li>• La conservazione dell'energia</li> <li>• La "non-conservazione" dell'energia (effetto dell'attrito).</li> </ul>	<p>Classe terza Maggio- Giugno</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saper spiegare il concetto di energia meccanica</li> <li>• Saper risolvere semplici problemi sull'energia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Applicazioni del concetto di energia.</li> <li>• Problemi che si risolvono con la conservazione dell'energia</li> <li>• L'impulso e la quantità di moto.</li> <li>• La conservazione della quantità di moto</li> </ul>	<p>Classe quarta Settembre- Ottobre</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saper descrivere il processo storico che ha portato allo sviluppo della teoria della gravitazione universale di Newton.</li> <li>• Saper risolvere semplici problemi sulla gravitazione.</li> <li>• Saper applicare le leggi della dilatazione termica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Legge di gravitazione universale di Newton</li> <li>• Modello geocentrico ed eliocentrico</li> <li>• Leggi di Keplero</li> <li>• Equilibrio termico e temperatura</li> <li>• Dilatazione termica di solidi e liquidi</li> <li>• Leggi dei gas</li> </ul>	<p>Classe quarta Novembre – Dicembre</p> <p><u>Fine trimestre</u></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saper utilizzare le leggi degli scambi termici</li> <li>• Saper determinare il meccanismo di trasporto del calore dominante nelle situazioni fisiche più comuni.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il calore, la capacità termica e il calore specifico</li> <li>• Esperimento di Joule e calorimetro</li> <li>• Transizioni di fase e calori latenti.</li> <li>• Conduzione, convezione ed irraggiamento</li> <li>• La teoria cinetica dei gas</li> </ul>	<p>Classe quarta Gennaio - Febbraio</p>



Abilità	Conoscenze	Tempi
<ul style="list-style-type: none"> <li>Riconoscere le principali trasformazioni termodinamiche</li> <li>Interpretare i processi termodinamici in relazione alla conservazione e alla degradazione dell'energia</li> <li>Applicare i principi della termodinamica alla risoluzione dei problemi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Il primo principio della termodinamica</li> <li>Trasformazioni termodinamiche (isocore, isobare, isoterme, adiabatiche)</li> <li>Cicli termodinamici (macchine termiche e frigoriferi)</li> <li>Il secondo principio della termodinamica</li> <li>Entropia (facoltativo)</li> </ul>	<p>Classe quarta Marzo - Aprile</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Riconoscere le modalità di propagazione dei vari tipi di onde</li> <li>Identificare i parametri caratteristici delle onde periodiche</li> <li>Riconoscere i fenomeni connessi alla propagazione e all'interferenza delle onde</li> <li>Interpretare alcuni semplici fenomeni legati alla propagazione del suono</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Onde meccaniche</li> <li>Onde armoniche</li> <li>Onde stazionarie</li> <li>Onde sonore, concetto di decibel</li> <li>Effetto Doppler</li> </ul>	<p>Classe quarta Maggio - Giugno</p>

## Competenze specifiche per la Fisica nel 2° biennio

1	Osservare, descrivere ed analizzare fenomeni appartenenti alla realtà naturale e artificiale e riconoscere nelle varie forme i concetti di sistema e di complessità
2	Sintetizzare il contenuto di un problema ipotizzando procedimenti risolutivi che utilizzano opportuni strumenti matematici
3	Essere consapevole delle potenzialità e dei limiti delle tecnologie nel contesto culturale e sociale in cui vengono applicate.
4	Saper inquadrare le leggi e le teorie fisiche nel loro contesto storico.

Nell'ambito del **progetto Cambridge**, la classe 3aa del liceo classico svolgerà il seguente programma di fisica veicolato in lingua inglese dal docente di fisica prof. Erba:

Definition of speed, average speed, acceleration.  
 Distance–time graph and speed–time graphs.  
 Free fall with/without air resistance.  
 Difference between weight and mass.  
 Definition of gravitational field strength.  
 Define density as mass per unit volume with reverse formulas.  
 Experimental measurement of volume and density of irregular bodies.  
 Determine whether an object floats based on density data.  
 Define forces as vector quantities. Elastic force, spring constant.  
 Equation  $F=ma$ . Circular motion.  
 Solid friction, friction drag on an object moving through a liquid/gas.  
 Turning effect of forces. Definition of moment of a force.  
 Principle of moments, equilibrium, centre of gravity  
 Define momentum as mass  $\times$  velocity, define impulse as force  $\times$  time for which force acts.  
 Relationship between force and momentum change.  
 Define different types of energy: kinetic, gravitational potential, chemical, elastic (strain), nuclear, electrostatic and internal (thermal).  
 Conservation of energy with simple examples.  
 Definition of work of a force.  
 Energy sources. Energy from the Sun. Efficiency definition.  
 Power definition with reverse formulas.



Pressure definition. Pressure change beneath the surface of a fluid.  
States of matter. Kinetic particle model of matter.  
Relationship between the motion of particles and temperature. Absolute zero. Conversion of temperatures between kelvin and degrees Celsius.  
Ideal gas law. Thermal expansion of solids, liquids and gases.  
Specific heat capacity. Melting, boiling and evaporation.  
Transfer of thermal energy: conduction, convection, radiation.  
General properties of waves. Equation for wave speed  $v = f \lambda$ . Reflection, refraction and diffraction of waves.

L'insegnante di lingua inglese supporterà il docente di fisica in questo modulo attraverso esercizi di vocabolario, di comprensione di testi scritti e orali di natura scientifica.

Nell'ambito del **progetto CLIL** la classe 4bb classico svolgerà i seguenti moduli di fisica veicolati in lingua inglese dal docente di fisica prof. Erba:

### Temperature and heat

- 1) Temperature
- 2) Thermal expansion
- 3) Gas laws
- 4) Heat
- 5) Joule's experiment
- 6) Calorimeter
- 7) Phase changes
- 8) Conduction, convection and radiation

### Thermodynamics

- 1) The kinetic theory of gases
- 2) The first law of thermodynamics
- 3) Thermodynamic transformations
- 4) Thermodynamic cycles and heat engines
- 5) Refrigerators
- 6) The second law of thermodynamics
- 7) Entropy

### Waves

- 1) Mechanical waves
- 2) Harmonic waves
- 3) Interference
- 4) Standing waves
- 5) Sound waves
- 6) Beats
- 7) Standing waves in organ pipes
- 8) Doppler effect

L'insegnante di lingua inglese supporterà il docente di fisica in questo modulo attraverso esercizi di vocabolario, di comprensione di testi scritti e orali di natura scientifica.





## Liceo Classico – QUINTO ANNO

Abilità	Conoscenze	Tempi
<ul style="list-style-type: none"> <li>Saper definire misurare il campo elettrico</li> <li>Saper distinguere forza elettrica e campo elettrico</li> <li>Saper distinguere i concetti di energia potenziale elettrica, potenziale elettrico e differenza di potenziale</li> <li>Saper rappresentare semplici campi elettrici mediante vettori o linee di forza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La legge di Coulomb</li> <li>Il campo elettrico</li> <li>Il teorema di Gauss</li> <li>Il potenziale elettrico</li> <li>Conduttori e isolanti</li> </ul>	Classe quinta Settembre- Ottobre
<ul style="list-style-type: none"> <li>Saper risolvere semplici problemi relativi ai condensatori</li> <li>Saper risolvere un semplice circuito in corrente continua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Il condensatore</li> <li>L'esperimento di Millikan</li> <li>Moto di cariche in un campo elettrico uniforme</li> <li>Le leggi di Ohm.</li> <li>Circuiti elettrici</li> </ul>	Classe quinta Novembre- Dicembre  <u>Fine</u> <u>trimestre</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Saper descrivere le proprietà dei magneti</li> <li>Saper riconoscere le forze esercitate da un campo magnetico</li> <li>Saper rappresentare un campo magnetico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Campo magnetico</li> <li>La spira percorsa da corrente e il momento magnetico</li> <li>Moto di cariche nel campo magnetico</li> </ul>	Classe quinta Gennaio – febbraio
<ul style="list-style-type: none"> <li>Saper determinare l'effetto di una variazione del campo magnetico</li> <li>Saper risolvere semplici problemi relativi all'elettromagnetismo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La legge di Faraday</li> <li>Induttanza</li> <li>Corrente alternata</li> <li>Trasformatore</li> <li>Equazioni di Maxwell</li> <li>Le onde elettromagnetiche</li> </ul>	Classe quinta Marzo- maggio
<ul style="list-style-type: none"> <li>Saper descrivere l'evoluzione dalla fisica classica a quella contemporanea da un punto di vista storico</li> </ul>	<p>Approfondimenti facoltativi di Fisica Moderna a scelta tra:</p> <p>a) Ottica fisica b) La crisi della fisica classica – Meccanica quantistica c) La relatività d) Astrofisica e) Fisica Nucleare f) Fisica delle particelle elementari</p>	Classe quinta Tutto l'anno

## Competenze specifiche per la Fisica nel quinto anno

1	Osservare, descrivere ed analizzare fenomeni appartenenti alla realtà naturale e artificiale e riconoscere nelle varie forme i concetti di sistema e di complessità
2	Sintetizzare il contenuto di un problema ipotizzando procedimenti risolutivi che utilizzano opportuni strumenti matematici
3	Essere consapevole delle potenzialità e dei limiti delle tecnologie nel contesto culturale e sociale in cui vengono applicate.
4	Saper inquadrare le leggi e le teorie fisiche nel loro contesto storico.



Nell'ambito del **progetto CLIL** alcune classi quinte svolgeranno i seguenti moduli di fisica veicolati in lingua inglese:

Classe 5aa, 4 moduli: (Prof. Erba)

a) "Electric current" che include i seguenti argomenti:

- 1) Electric current
- 2) Ohm's law
- 3) Electromotive force and Joule's law
- 4) Electric circuits

b) "Magnetism" che include i seguenti argomenti:

- 1) Magnetic field
- 2) Magnetic force on a current carrying wire
- 3) Current carrying coil and magnetic moment
- 4) Ampère's law
- 5) Magnetism of matter
- 6) Motion of charged particles in a magnetic field
- 7) Thomson's experiment

c) "Electromagnetic induction" che include i seguenti argomenti:

- 1) Faraday's Law
- 2) Induced electric field
- 3) Inductance
- 4) Alternating current
- 5) The transformer
- 6) Maxwell's equations
- 7) Electromagnetic waves

d) "Quantum physics" che include:

- 1) Electromagnetic waves
- 2) Black body radiation
- 3) Photoelectric effect
- 4) Compton effect
- 5) Atomic models
- 6) Bohr model
- 7) De Broglie wavelength
- 8) Franck-Hertz experiment
- 9) Wave function
- 10) Uncertainty principle



### **3. TEMPI E TIPOLOGIA DELLE PROVE**

Le prove scritte di Fisica potranno richiedere la risoluzione di problemi, la trattazione di quesiti teorici, la risoluzione di quiz anche online.

I voti sulla pagella sono assegnati secondo le modalità stabilite dal Collegio dei Docenti e riportate nel Piano Triennale dell'Offerta Formativa.

E' discrezione del docente richiedere ad uno studente assente durante una verifica il recupero della stessa.

Il numero delle valutazioni per ciascuno studente seguirà la seguente scansione: almeno due valutazioni di cui almeno una orale sia nel trimestre che nel pentamestre.



## 4. CRITERI DI VALUTAZIONE

### Criteria di valutazione delle prove scritte di fisica e dei test

A ogni esercizio verrà assegnato un punteggio proporzionato alle difficoltà, alle competenze e ai tempi di esecuzione che presenta il singolo esercizio. La somma di tutti i punteggi costituirà il punteggio complessivo della prova. Il voto della prova si otterrà dalla seguente formula:

$$voto = \frac{\text{punteggio conseguito}}{(\text{punteggio massimo}): 9} + 1$$

Alternativamente, a discrezione dell'insegnante, è possibile valutare i singoli esercizi con punteggio da 2 a 10, assegnando a ciascuno di essi un peso in base alla difficoltà, alle competenze e ai tempi di esecuzione che richiede l'esercizio, ed eseguendo la media ponderata che determinerà il voto finale.

Si stabilisce che in nessun caso possono essere assegnati voti inferiori a 2 decimi.

**E' fondamentale che il punteggio assegnato a ciascun esercizio sia indicato sulla prova all'atto della somministrazione. Gli studenti devono conoscere in anticipo le procedure di valutazione.**

Nell'assegnazione del punteggio ai singoli esercizi si terrà conto delle voci indicate nella seguente tabella:

#### Fisica: prova scritta

- Conoscenza di leggi, principi e teoremi
- Capacità di impostazione formale o di trattazione teorica
- Corretto uso delle formule matematiche e delle unità di misura

#### Prove scritte a risposta aperta

- Comprensione della domanda ed esposizione delle conoscenze
- Coerenza dell'argomentazione
- Correttezza nell'uso della terminologia specifica
- Capacità di confrontare e collegare temi diversi



### Criteria di valutazione delle prove orali di fisica

I voti andranno dal 2 al 10 e saranno assegnati anche i mezzi voti.

Nel colloquio saranno valutati:

- La conoscenza dei contenuti.
- L'acquisizione delle competenze.
- La capacità di collegamento e di rielaborazione dei contenuti.
- Le capacità espressive (correttezza e proprietà di linguaggio).

### Tabella di valutazione delle prove orali di fisica: 1° Biennio

OBIETTIVI	DESCRITTORI	PUNTI
CONOSCENZE DISCIPLINARI	Gravi lacune. Errori di comprensione	1
	Incomplete e superficiali. Qualche errore di comprensione	2
	Corrette ma incomplete o superficiali	2,5
	Corrette e complete.	3
	Conoscenze ampie e approfondite.	4
CAPACITÀ DI RIELABORAZIONE E DI APPLICAZIONE DELLE CONOSCENZE APPRESE	Non è in grado di applicare le conoscenze nemmeno se guidato	0
	Anche se guidato commette errori	1
	Se guidato applica correttamente le conoscenze	1,5
	Applica le conoscenze acquisite autonomamente con qualche lieve errore od incertezza. Se guidato è in grado di correggersi	2
	Applica le conoscenze acquisite autonomamente e senza commettere errori	2,5
	Applica le conoscenze acquisite autonomamente con sicurezza e senza commettere errori, anche a situazioni nuove o complesse.	3
CAPACITÀ ESPOSITIVE	Esposizione incerta e/o poco rigorosa sia nell'impostazione che nell'uso della terminologia	1
	Fatica a sviluppare in modo autonomo la trattazione degli argomenti proposti. Sostanziale correttezza lessicale.	1,5
	Espone autonomamente solo i concetti fondamentali. L'uso della terminologia è semplice	2
	Presenta in modo autonomo gli argomenti proposti. Utilizza un lessico corretto	2,5
	Presenta in modo accurato ed approfondito gli argomenti proposti.	3

Il voto si ottiene sommando i punti assegnati a ciascuno dei tre obiettivi.



**Tabella di valutazione delle prove orali di fisica: 2° Biennio e quinto anno**

OBIETTIVI	DESCRITTORI	PUNTI
CONOSCENZE DISCIPLINARI	Gravi lacune. Errori di comprensione	1
	Incomplete e superficiali. Qualche errore di comprensione	2
	Corrette ma incomplete o superficiali	2,5
	Corrette e complete.	3
	Conoscenze ampie e approfondite.	3,5
	Conoscenze ampie e approfondite, utilizzate in modo autonomo e sicuro	4
CAPACITÀ DI RIELABORAZIONE E DI APPLICAZIONE DELLE CONOSCENZE APPRESE	Non è in grado di applicare le conoscenze nemmeno se guidato	0
	Anche se guidato commette errori	1
	Se guidato applica correttamente le conoscenze	1,5
	Applica le conoscenze acquisite autonomamente con qualche lieve errore od incertezza. Se guidato è in grado di correggersi	2
	Applica le conoscenze acquisite autonomamente e senza commettere errori	2,5
	Applica le conoscenze acquisite autonomamente con sicurezza e senza commettere errori, anche a situazioni nuove o complesse.	3
CAPACITÀ DI ANALISI E SINTESI. CAPACITÀ ESPOSITIVE	Esposizione incerta e/o poco rigorosa sia nell'impostazione che nell'uso della terminologia	1
	Fatica a sviluppare in modo autonomo la trattazione degli argomenti proposti. Sostanziale correttezza lessicale.	1,5
	Espone autonomamente solo i concetti fondamentali. L'uso della terminologia è semplice	2
	Presenta in modo autonomo gli argomenti proposti. Utilizza un lessico corretto	2,5
	Presenta in modo accurato ed approfondito gli argomenti proposti. Utilizza un lessico ricco e vivace	3

Il voto si ottiene sommando i punti assegnati a ciascuno dei tre obiettivi.



## **5. RECUPERO DELLE INSUFFICIENZE DEL PRIMO PERIODO**

Le materie per le quali verranno avviati dei corsi di recupero sono decise di anno in anno dal collegio dei docenti sulla base delle risorse disponibili.

La prova di recupero sarà comunque effettuata da tutti gli studenti entro i termini stabiliti di anno in anno dal collegio docenti.

La prova di recupero di fisica sarà orale per il liceo classico.

## **6. RECUPERO DEL DEBITO PER GLI ALUNNI CON SOSPENSIONE DI GIUDIZIO**

Le prove verranno effettuate secondo calendario d'istituto comunicato agli studenti nel mese di giugno.

Salvo modifiche che dovessero essere approvate dal Collegio dei Docenti nei prossimi mesi, anche per questo anno scolastico il recupero del debito sarà così strutturato: la prova di recupero di fisica sarà orale per il liceo classico.

## **7. VARIAZIONI RISPETTO ALLA PROGRAMMAZIONE COMUNE**

La programmazione sarà rispettata da tutti i docenti. Possibili variazioni riguarderanno quelle classi che, a causa delle difficoltà incontrate nello studio, avranno bisogno di un tempo più lungo per la comprensione e l'assimilazione degli argomenti. Tali situazioni saranno segnalate nei verbali dei Consigli di Classe e/o degli scrutini.



## 8. CONTENUTI IMPRESCINDIBILI LICEO CLASSICO

### Contenuti al termine del secondo biennio:

- Conoscere le grandezze fondamentali del Sistema Internazionale con le loro unità di misura.
- Saper eseguire equivalenze tra unità di misura.
- Conoscere la notazione scientifica.
- Conoscere il concetto di errore di misura.
- Conoscere la condizione di equilibrio di un punto materiale.
- Conoscere la definizione di momento di una forza.
- Conoscere la condizione di equilibrio rotazionale.
- Conoscere la definizione di velocità e il concetto di legge del moto.
- Conoscere la cinematica del moto rettilineo uniforme e uniformemente accelerato.
- Conoscere il moto circolare uniforme.
- Conoscere le tre leggi della dinamica.
- Saper applicare le leggi della dinamica a problemi semplici.
- Conoscere la definizione di energia cinetica, energia potenziale ed energia totale meccanica.
- Saper applicare a problemi semplici la conservazione dell'energia meccanica.
- Conoscere la definizione di quantità di moto.
- Saper applicare a problemi semplici la conservazione della quantità di moto.
- Conoscere la legge di gravitazione universale di Newton e le tre leggi di Keplero.
- Conoscere i concetti di calore e temperatura e la definizione di calore specifico.
- Conoscere la legge di dilatazione lineare dei solidi.
- Conoscere l'equazione dei gas perfetti.
- Conoscere l'esperimento di Joule e l'equivalente meccanico della caloria.
- Conoscere il primo principio della termodinamica e saperlo applicare a trasformazioni isobare, isoterme, isocore e adiabatiche.
- Sapere come funziona una macchina termica e saperne calcolare il rendimento.
- Conoscere il secondo principio della termodinamica nelle sue due formulazioni.
- Conoscere il concetto di onda meccanica in un mezzo materiale e la relazione tra velocità di propagazione, frequenza e periodo.
- Saper distinguere tra onde longitudinali e trasversali.

### Contenuti al termine del quinto anno:

- Conoscere la legge di Coulomb, la definizione di campo elettrico
- Conoscere il concetto di linea di campo elettrico e la definizione di flusso di campo elettrico.
- Conoscere l'enunciato e il significato del teorema di Gauss.
- Conoscere il concetto di potenziale elettrico.
- Conoscere le leggi di Ohm e saper risolvere semplici circuiti in serie e in parallelo.
- Conoscere la definizione di campo magnetico e il concetto di linee di campo magnetico.
- Saper determinare il campo magnetico prodotto da correnti in situazioni semplici.





- Saper calcolare le forze tra fili percorsi da corrente.
- Conoscere la legge di Faraday-Lenz e i principi dell'induzione magnetica.
- Saper descrivere le equazioni di Maxwell e conoscere il significato dei vari termini.
- Conoscere qualitativamente il comportamento e la natura delle onde elettromagnetiche.
- Conoscere le caratteristiche dello spettro elettromagnetico.

Desio, 16 ottobre 2022

Il coordinatore del gruppo di materia  
*prof. Nicoletta LANZANI*