



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,  
ZNANOST IN ŠPORT



Zavod  
Republike  
Slovenije  
za šolstvo

Ginnasio generale

# FISICA

Materia obbligatoria (210 ore)

Materia opzionale (35/70/105 ore)

Maturità (105 + 35 ore)

Curricolo della materia

2a, edizione corretta

Lubiana 2022

Curricolo della materia

## **FISICA**

Materia obbligatoria (210 ore), materia opzionale (35/70/105 ore), maturità (105 + 35 ore)  
Ginnasio generale. Seconda edizione del curricolo di materia corretto dell'anno 2008.

Curricolo della materia del 2008

Commissione dell'anno 2008:

dr. **Ivo Verovnik**, Istituto dell'educazione della RS, presidente

dr. **Gorazd Planinšič**, Università di Lubiana, Facoltà di matematica e fisica, membro

**Ruben Belina**, Ginnasio Ledina, Lubiana, membro

mag. **Iztok Kukman**, Ginnasio classico Diocesano, Lubiana, membro

mag. **Miroslav Cvahte**, Istituto dell'educazione della RS, membro

dr. **Jure Bajc**, Università di Lubiana, Facoltà di pedagogia, membro

dr. **Ivan Gerlič**, Università di Maribor, Facoltà di pedagogia, membro

**Branko Bezec**, Scuola elementare di Gornja Radgona, membro

**Uroš V. Brdar**, Scuola elementare Anton Ukmar Koper, membro

Autori:

dr. **Gorazd Planinšič**, Università di Lubiana, Facoltà di matematica e fisica

**Ruben Belina**, Ginnasio Ledina, Lubiana

mag. **Iztok Kukman**, Ginnasio classico Diocesano, Lubiana

mag. **Miroslav Cvahte**, Istituto dell'educazione della RS

Revisori:

dr. **Mojca Čepič**, Università di Lubiana, Facoltà di scienze dell'educazione

dr. **Aleš Mohorič**, Università di Lubiana, Facoltà di matematica e fisica

**Maja Ondračka**, Ginnasio di Poljane, Lubiana

Nel 2013 e nel 2014 è stato effettuato l'editoriale del piano di lavoro del 2008. L'editoriale del terzo capitolo è stato fatto dai membri del Gruppo di sviluppo per la fisica:

dr. **Gorazd Planinšič**, Università di Lubiana, Facoltà di matematica e fisica

**Ruben Belina**, Ginnasio Belina

**Ivanka Toman**, Centro scolastico di Kranj

mag. **Miroslav Cvahte**

**Samo Božič**, Istituto dell'educazione della RS

**Milenko Stiplovšek**, Istituto dell'educazione della RS

Alla redazione del testo hanno collaborato:

mag. **Mirijam Pirc**, Centro scolastico Nova Gorica

**Peter Jevšenak**, Centro Scolastico Velenje

**Peter Gabrovec**, Ginnasio Bežigrad

**Miran Tratnik**, Ginnasio Nova Gorica

Le correzioni sono state effettuate da:

**Milenko Stiplovšek**, Istituto dell'educazione della RS

**Samo Božič**, Istituto dell'educazione della RS

I revisori delle correzioni sono:

dr. **Mojca Čepič**, Università di Lubiana, Facoltà di pedagogia

dr. **Aleš Mohorič**, Università di Lubiana, Facoltà di matematica e fisica

mag. **Peter Sekolonik**, Centro scolastico Ravne na Koroškem

Revisione tecnica: **Samo Božič**

Revisione linguistica: **Tea Konte**

Traduzione in lingua italiana: **David Croselli**

Revisione della microlingua: **Claudio Guastella**

Revisione linguistica: **Monika Kunst**

Emesso da: Ministero dell'istruzione, della scienza e dello sport, Istituto dell'educazione della RS

Per il ministero: dr. **Simona Kustec**

Per l'Istituto dell'educazione della RS: dr. **Vinko Logaj**

Edizione digitale

Lubiana, 2022

Accolto il 19. 2. 2015 nella riunione n. 168 del Consiglio RS dell'istruzione.

Indirizzo (URL):

[http://eportal.mss.edus.si/msswww/programi2021/programi/gimnazija/ucni\\_nacrti.htm](http://eportal.mss.edus.si/msswww/programi2021/programi/gimnazija/ucni_nacrti.htm)

-----  
Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani

[COBISS.SI](#)-ID [96844803](#)

ISBN 978-961-03-0636-8 (PDF)

-----

## INDICE

1	DEFINIZIONE DELLA MATERIA .....	5
2	OBIETTIVI GENERALI/COMPETENZE .....	6
2.1	OBIETTIVI GENERALI.....	6
2.2	COMPETENZE .....	6
3	OBIETTIVI E CONTENUTI .....	8
1.	MISURAZIONI, GRANDEZZE FISICHE E UNITÀ DI MISURA (5 ORE CG E 3 ORE EL)....	9
2.	MOTO RETTILINEO E CURVILINEO (7 CG, 3 EL) .....	10
3.	FORZA E MOMENTO MECCANICO (6 CG IN 2 EL) .....	12
4.	LEGGI DI NEWTON E GRAVITAZIONE (5 CG E 2 EL) .....	14
5.	PRINCIPIO DI CONSERVAZIONE DELLA QUANTITÀ DI MOTO – CONOSCENZE SPECIFICHE E CONTENUTI OPZIONALI (E).....	15
6.	IL PRINCIPIO DI CONSERVAZIONE DEL MOMENTO ANGOLARE – ARGOMENTO OPZIONALE .....	16
7.	LAVORO ED ENERGIA (7 CG).....	16
8.	LIQUIDI – ARGOMENTO OPZIONALE .....	17
9.	STRUTTURA DELLA MATERIA E TEMPERATURA (5 CG E 2 EL).....	17
10.	ENERGIA INTERNA E CALORE (7 CG E 2 EL) .....	19
11.	CARICHE ELETTRICHE E CAMPO ELETTRICO (4 CG) .....	21
12.	CORRENTE ELETTRICA (4 CG E 4 EL) .....	22
13.	CAMPO MAGNETICO (4 CG).....	24
14.	INDUZIONE (5 CG E 2 EL).....	26
15.	OSCILLAZIONI (5 CG E 4 EL) .....	28
16.	ONDE (7 CG E 4 EL) .....	29
17.	LUCE (6 CG E 2 EL).....	32
18.	ATOMO (4 CG).....	33
19.	SEMICONDUTTORI – ARGOMENTO OPZIONALE .....	34
20.	NUCLEO ATOMICO (5 CG).....	35
21.	ASTRONOMIA (3 CG) .....	36
22.	TEORIA DELLA RELATIVITÀ – ARGOMENTO OPZIONALE.....	36
	FISICA COME MATERIA OPZIONALE .....	38
	PROGRAMMA DI MATURITÀ DI FISICA – 4° ANNO (105 ORE + 35 ORE) .....	39
4	RISULTATI ATTESI / RISULTATI DOPO IL 3° ANNO DI GINNASIO .....	40
4.1	CONOSCENZE DEI PROCESSI E ABILITÀ.....	40
4.2	CONOSCENZE DEI CONTENUTI .....	41
4.3	FORMAZIONE DELLA PROPRIA RELAZIONE NEI CONFRONTI DELL'AMBIENTE .....	42
5	COLLEGAMENTI INTERDISCIPLINARI .....	43
6	RACCOMANDAZIONI DIDATTICHE .....	44
7	VALUTAZIONE DEI RISULTATI.....	50
8	CONDIZIONI MATERIALI PER LO SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI .....	51
9	COMPETENZE E PROFILO DEI DOCENTI .....	52

## 1 DEFINIZIONE DELLA MATERIA

La fisica, branca fondamentale della scienza, sviluppa la capacità dell'allievo di comprendere i fenomeni naturali fisici e di conoscere il linguaggio e le metodologie necessarie per affrontare i concetti e le teorie fisiche principali, che sono alla base delle nostre conoscenze sul mondo materiale.

Gli allievi apprendono l'impatto che hanno le scoperte fisiche sullo sviluppo della tecnologia e sul modo di vedere il mondo. Conoscono le leggi della fisica che regolano il funzionamento delle macchine e dei dispositivi che usano quotidianamente. La fisica mette in atto processi mentali complessi, in particolare circa la comprensione e la valutazione dei risultati moderni della scienza e della tecnologia; stimola gli allievi alla ricerca e alla comprensione dei fenomeni ambientali e offre loro l'opportunità di conseguire quelle conoscenze, quei valori e quelle abilità che sono necessari in una società tecnologica moderna.

La fisica nell'istruzione ginnasiale amplia le conoscenze fisiche e matematiche apprese nella scuola elementare e offre, insieme alla matematica, alle altre materie scientifiche ed al programma per la maturità, una base solida per lo studio scientifico e tecnico.

## 2 OBIETTIVI GENERALI/COMPETENZE

### 2.1 Obiettivi generali

La fisica deve offrire agli allievi l'opportunità di:

- apprendere sistematicamente i principali concetti e le principali teorie, relativi ai fenomeni di tutti i giorni, riassumere le conoscenze apprese riguardanti la natura;
- conoscere la natura del pensiero fisico e la sua importanza per lo sviluppo della cultura generale;
- imparare ad osservare, riportare i risultati dell'osservazione, analizzare i fenomeni e i processi, ragionare in modo complesso, risolvere problemi, utilizzare la letteratura scientifica e i media digitali per trovare informazioni e dati;
- imparare a comunicare nell'ambito della scienza, soprattutto in fisica: ciò significa, imparare il linguaggio scientifico, padroneggiare le unità fisiche delle grandezze, saper discutere delle proprie esperienze sperimentali, rappresentarle con grafici, tabelle ed espressioni matematiche;
- acquisire le abilità fondamentali di sperimentazione, cioè, saper utilizzare gli strumenti principali di misurazione, saper programmare ed eseguire autonomamente esperimenti semplici, imparando a scrivere i risultati delle misurazioni, rappresentarli e analizzarli. Durante le esercitazioni gli allievi sviluppano un senso di responsabilità nei confronti del lavoro sperimentale e nei confronti della propria salute; □
- capire l'importanza dell'esperimento per l'apprendimento e la verifica delle leggi fisiche;
- conoscere il ruolo fondamentale che la fisica ha nello sviluppo delle scienze naturali in diverse aree tecniche e quotidiane;
- apprendere le conoscenze e le abilità necessarie per la tutela dell'ambiente comprendere i fenomeni e i processi naturali,
- avere rispetto nei confronti della natura e acquisire la consapevolezza che l'individuo e la società dipendono dalla natura, renderli responsabili della tutela della vita sulla Terra.

### 2.2 Competenze

Le competenze sono definite come la combinazione di conoscenze, abilità e relazioni (Gazzetta ufficiale dell'Unione Europea n. 394/10). La fisica, una delle fondamentali materie del ginnasio, sviluppa soprattutto:

- **Competenze fondamentali nella scienza e nella tecnologia:**

La ricerca e la comprensione dei processi e dei fenomeni naturali, ha un importante ruolo nello sviluppo di tutte le aree tecniche ed è necessaria per la comprensione dei fenomeni della vita quotidiana. Inoltre, grazie alla fisica, si sviluppano le seguenti competenze chiave: il pensiero critico, la capacità di risolvere problemi, le capacità creative e la capacità di iniziativa, di prendere decisioni e di valutare i rischi.

La fisica offre la possibilità di sviluppare anche altre competenze, soprattutto:

- **Competenza matematica**

Si sviluppa durante le ore di fisica mediante la descrizione matematica delle relazioni fisiche e con l'utilizzo di strumenti matematici utili per comprendere fenomeni naturali e nell'interpretazione dei fenomeni della vita quotidiana.

- **Competenza dell'alfabetizzazione digitale:**

Gli allievi la ottengono mediante l'uso di strumenti basati sulla tecnologia digitale, e grazie all'uso di programmi per computer e al web. Durante le esercitazioni di laboratorio gli allievi tramite l'uso del computer apprendono le conoscenze e le abilità.

Le conoscenze, apprese durante le ore di fisica, li portano all'uso di strumenti tecnologici e di misurazione, la cui funzione è collegata alla tecnologia digitale o al computer (personal computer, interfaccia di misura e controllo, telecamera digitale, fotocamera digitale, smartphone ecc.). Le lezioni di fisica sono sempre più legate all'uso delle TIC, in particolar modo alle simulazioni dei fenomeni con animazioni interattive e con le misurazioni da computer provvisti di interfaccia e sensori.

- **Comunicazione in lingua madre:**

L'uso corretto della lingua madre nel campo scientifico e tecnico, lettura e comprensione, comunicazione scritta e verbale.

- **Comunicazione in lingua straniera:**

Per l'uso di programmi informatici e delle animazioni interattive, per le ricerche da fonti straniere.

- **Imparare a studiare:**

Studio autonomo, sviluppo delle abitudini lavorative, ricerca delle fonti in lingua straniera tramite l'uso delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione, pianificazione delle proprie attività, responsabilità per le proprie conoscenze, autovalutazione delle conoscenze.

- **Spirito di iniziativa ed imprenditorialità:**

Sviluppo della creatività, iniziativa, valutazione del rischio, processo decisionale. Molte delle attività dell'individuo necessitano di una valutazione quantitativa, soprattutto dal punto di vista del risparmio delle energie e del materiale usato.

- **Competenza della tutela della salute, inclusa nelle competenze sociali:**

- La comprensione delle istruzioni e delle avvertenze, volte a tutelare la salute, è direttamente collegata alla conoscenza fondamentale della fisica, come ad esempio: la pericolosità della corrente elettrica, la pericolosità nel traffico, la protezione dai raggi UV, l'utilizzo dei laser, degli ultrasuoni e degli strumenti ottici, la pericolosità delle radiazioni e dei raggi X ecc.
- Durante gli esperimenti di laboratorio gli allievi apprendono le misure di sicurezza, l'uso delle protezioni personali e l'uso sicuro degli strumenti tecnici.

### 3 OBIETTIVI E CONTENUTI

I contenuti, nel piano di lavoro, sono suddivisi in tre categorie:

**CONOSCENZE GENERICHE (in stampatello)** si intendono quelle conoscenze generali che devono essere trattate obbligatoriamente e devono essere apprese da tutti gli allievi. In questi contenuti sono comprese le definizioni delle grandezze fisiche principali, alcuni concetti e dati, che fanno parte dell'istruzione generale, e le conoscenze dei processi fondamentali, descritte in dettaglio nel capitolo 4 Risultati attesi.

**CONOSCENZE SPECIFICHE (in corsivo)** hanno origine dalle conoscenze generiche e rappresentano un loro complemento. Includono i contenuti inerenti alle conoscenze approfondite e gli esempi nei quali si pone l'accento sul trattamento quantitativo. Gli obiettivi delle conoscenze generiche e specifiche sono collegati direttamente allo sviluppo di un pensiero complesso, che deve venir sviluppato da tutti gli allievi. Le entità delle conoscenze specifiche variano da classe a classe in base agli interessi e alle capacità degli allievi. Poiché le conoscenze specifiche superano per quantità il numero delle ore previste, l'insegnante deve selezionare quelle che meglio potranno essere apprese dagli allievi, anche in base agli strumenti a disposizione e alle sue stesse conoscenze.

**CONTENUTI OPZIONALI (in corsivo contrassegnato con (E))** costituiscono quei contenuti, anche più complessi, che sono complementari alle conoscenze generiche. I contenuti opzionali non fanno parte delle conoscenze obbligatorie, gli insegnanti li includono in base alle proprie valutazioni ed in base all'interesse degli allievi o in base all'indirizzo scolastico. I contenuti opzionali vanno trattati nel caso in cui la realizzazione del processo formativo consenta un approccio approfondito, che però non deve essere solamente di natura informativa. I contenuti opzionali possono essere trattati durante le ore di lezione, nei gruppi di lavoro, nei progetti settimanali o durante le ore di fisica come materia opzionale. Durante le ore opzionali gli insegnanti hanno la possibilità di includere anche altri contenuti che potrebbero risultare interessanti, collegando le lezioni alla vita quotidiana.

Il piano di lavoro è redatto considerando che le 70 ore di fisica siano distribuite, negli anni, nel seguente modo:

**30 ore** – trattare contenuti di conoscenza generale (stampatello) ed esempi elementari, ripetizione e approfondimento. Questi contenuti devono essere trattati fino a conclusione del programma. I contenuti devono essere appresi da tutti gli allievi;

**15 ore** – trattare i contenuti scelti dall'insegnante:

- *conoscenze specifiche (in corsivo)*,
- *contenuti opzionali (corsivo e segno (E))*,
- contenuti opzionali scelti dall'insegnante,
- progetti, svolgimento e presentazione di relazioni (come parte integrante degli elementi sopra descritti).

Suggeriamo di svolgere attività e forme di lavoro che sviluppino conoscenze dei processi di tutti i giorni, per almeno un quarto delle 45 ore sopra descritte (risoluzione autonoma dei problemi, lavoro di gruppo, presentazioni ecc.; le conoscenze dei processi sono descritte dettagliatamente nel capitolo 4). Durante queste ore le lezioni si basano sulla spiegazione dell'insegnante.

**10 ore** – lavoro di laboratorio degli allievi, con gruppi di un massimo di 17 allievi.

**15 ore** – verifica, valutazione, analisi dei compiti scritti, conclusione dei voti.

**L'organizzazione delle lezioni, dei metodi e delle forme, e dell'ordine cronologico sono di competenza degli insegnanti.** Gli insegnanti, nel piano annuale, stabiliscono la suddivisione delle 15 ore, previste per trattare le *conoscenze specifiche, dei contenuti opzionali, dei progetti* e per lo svolgimento di relazioni o altro.

Gli insegnanti, nei loro piani annuali e nella preparazione delle ore di lezione, devono prevedere anche i collegamenti interdisciplinari ed i contenuti intercurricolari, **come ad esempio: le tecnologie dell'informazione e della comunicazione, l'educazione ambientale, l'educazione alla salute, imparare a studiare, l'educazione stradale, l'educazione del consumatore, l'orientamento professionale, la ricerca delle fonti ed altro.**

#### **SIMBOLI:**

**conoscenze generali (CG) – stampatello**

**conoscenze specifiche – corsivo**

**contenuti opzionali – corsivo e simbolo (E)**

esperimenti di laboratorio (EL)

**Nota:** Tutte le equazioni sono scritte in corsivo.

### **1. Misurazioni, grandezze fisiche e unità di misura (5 ore CG e 3 ore EL)**

Tra parentesi è riportato il numero di ore suggerito, che però non è obbligatorio.

Si consiglia all'insegnante di dedicare almeno una parte della prima lezione a contenuti interessanti di fisica.

Gli allievi:

#### **1.1 Conoscono ed utilizzano le grandezze fondamentali del SI e le loro unità di misura:**

Gli allievi conoscono le grandezze fondamentali e le loro unità: massa (kg), lunghezza (m), tempo (s). Suggerimento: a questo punto si può mostrare la definizione di densità  $\rho = m / V$  in modo da diversificare le esercitazioni di laboratorio e le misurazioni.

Le altre grandezze fisiche fondamentali, corrente elettrica (A), temperatura (K), quantità di sostanza (mole), sono trattate nei corrispondenti capitoli.

#### **1.2 Sanno misurare le grandezze fisiche scelte.**

[Collegamento interdisciplinare con la chimica – lavoro in laboratorio seguendo le norme di sicurezza.]

#### **1.3 Convertono le unità ed utilizzano la forma esponenziale (potenze a base 10) per i valori grandi e piccoli.**

[Collegamento interdisciplinare con la matematica – conversione delle unità e calcolo con le potenze in base 10, utilizzo della calcolatrice.]

#### 1.4 Per misure ripetute calcolano il valore medio e l'errore assoluto e relativo:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}, \quad r = \frac{\Delta x}{\bar{x}}$$

[Collegamento interdisciplinare con la matematica – valore medio, errore assoluto e relativo.]

#### 1.5 Per le operazioni principali utilizzano le regole semplificate per il calcolo degli errori di misura e di arrotondamento dei risultati, in modo che questi siano rappresentati con il corretto numero di cifre significative:

Sanno valutare la sensibilità di uno strumento di misurazione. Conoscono le cause degli errori di misura e sanno che ogni misurazione ha una precisione limitata.

[Collegamento interdisciplinare tra fisica, biologia e chimica – i fisici effettuano le misurazioni e valutano gli errori (base per un lavoro sperimentale di qualità in tutti i campi scientifici).]

#### 1.6 Aggiornamento nel 4° anno: scrivono i risultati di una misura utilizzando l'errore

**assoluto e relativo**  $x = \bar{X} \pm \Delta x = \bar{X} (1 \pm \Delta x / \bar{X})$

**ed utilizzano le regole per la stima dell'errore nei calcoli che coinvolgono le operazioni fondamentali.**

[Collegamento interdisciplinare con la matematica – statistica, deviazione standard.]

#### 1.7 Rappresentano i valori con le tabelle ed i grafici:

Sanno disegnare i grafici a mano, è consigliato anche l'uso di programmi appropriati (Excel, Logger Pro e simili).

[Collegamento interdisciplinare con la matematica e l'informatica – rappresentazione dei dati con tabelle e diagrammi.]

## 2. Moto rettilineo e curvilineo (7 CG, 3 EL)

Gli allievi:

### 2.1 Conoscono le definizioni di velocità istantanea e media del moto rettilineo:

Gli allievi distinguono la coordinata  $x$ , lo spostamento  $\Delta x$  e lo spazio percorso  $s$ .

Distinguono tra velocità media in un intervallo qualsiasi  $\Delta t: \bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$  e velocità istantanea

$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ , con  $\Delta t$  sufficientemente piccolo, ed utilizzano queste definizioni nel caso di moto rettilineo.

Si rendono conto della relatività del moto e sanno calcolare per il moto rettilineo uniforme, la velocità relativa rispetto a un qualunque sistema di riferimento inerziale.

### 2.2 Ripetono e sanno utilizzare la definizione di accelerazione per un moto rettilineo:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Gli allievi definiscono l'accelerazione per un moto uniformemente accelerato con

Utilizzano la definizione per calcolare l'accelerazione e la velocità istantanea nel moto uniformemente accelerato. Sanno che tutti i corpi sulla Terra cadono con la medesima accelerazione, indipendentemente dalla loro massa, se soggetti all'azione della sola forza peso.

**2.3 Ripetono ed utilizzano le equazioni per lo spazio percorso, la velocità e l'accelerazione per un moto rettilineo uniforme ed un moto rettilineo uniformemente accelerato. Scrivono ed utilizzano la legge oraria per un moto rettilineo uniforme ed un moto rettilineo uniformemente accelerato. Rappresentano graficamente le grandezze  $x$ ,  $s$ ,  $v$  e  $a$  in funzione del tempo  $t$ . (Solo nei casi in cui, nel moto uniformemente accelerato, la velocità iniziale è zero.):**

$$s = \bar{v}t \quad s = \frac{at^2}{2}$$

Utilizzano le equazioni per il calcolo dello spazio percorso nel moto uniformemente accelerato.

$$x = x_0 \pm vt \quad \text{in} \quad x = x_0 \pm \frac{at^2}{2}$$

Utilizzano le equazioni per il calcolo della posizione nel moto uniforme ed uniformemente accelerato.

Gli allievi deducono dal grafico il tipo di moto rappresentato e le condizioni iniziali. Data la legge oraria del moto, con velocità o accelerazione costanti, disegnano i grafici  $x(t)$ ,  $s(t)$ ,  $v(t)$  e  $a(t)$ .

**Sanno tracciare i grafici di  $v(t)$  e di  $a(t)$  anche nei casi in cui la velocità iniziale sia diversa da zero.**

**2.4 Scrivono ed utilizzano le equazioni per la posizione, lo spostamento, lo spazio percorso, la velocità e l'accelerazione di un moto rettilineo uniformemente accelerato e rappresentano graficamente le grandezze  $x$ ,  $s$ ,  $v$  e  $a$  in funzione del tempo  $t$  (per i casi in cui la velocità iniziale sia diversa da zero).**

*[Collegamento interdisciplinare con la matematica – ad esempio, gli allievi riconoscono nella relazione  $v = v_0 - at$  la legge lineare  $y = kx + n$ . Gli allievi comprendono gli esempi, scrivono le equazioni e disegnano grafici per il moto uniformemente accelerato ( $v = v_0 + at$ ) e per il moto uniformemente decelerato ( $v = v_0 - at$ ).]*

**2.5 Comprendono che la velocità e l'accelerazione sono vettori e sanno rappresentarli graficamente.**

**2.6 Comprendono il significato della pendenza di una curva e dell'area sottesa al suo grafico:**

Dal grafico  $x(t)$  sanno dedurre la velocità (pendenza); dal grafico  $v(t)$  lo spostamento (area sottostante la curva) e l'accelerazione (pendenza).

*[Collegamento interdisciplinare con la matematica – pendenza della curva e area sottesa alla curva.]*

**2.7 Per il moto uniformemente accelerato deducono dal grafico  $a(t)$  la variazione della velocità (area sotto la curva).**

**2.8 Per il moto rettilineo collegano il segno della velocità con la direzione del moto, in base al segno dell'accelerazione deducono se si tratta di decelerazione o accelerazione.**

**2.9 Conoscono e sanno utilizzare le definizioni di frequenza, periodo e velocità tangenziale per un moto circolare uniforme. Calcolano e misurano le grandezze citate:**

Gli allievi sanno scrivere le relazioni tra periodo, frequenza e velocità tangenziale. Da una grandezza sanno calcolare le altre.

$$v = \frac{1}{t_0} \quad v = \frac{2\pi r}{t_0} = 2\pi r \nu.$$

**2.10 Scrivono l'accelerazione radiale, spiegano il suo significato e la calcolano per un dato moto circolare uniforme:**

Scrivono l'accelerazione radiale nella forma  $a_r = v^2/r$ . Sanno spiegare che il moto circolare uniforme è un moto accelerato, poiché la direzione della velocità cambia in funzione del tempo. Sanno che la direzione dell'accelerazione (centripeta) è uguale alla direzione della variazione della velocità e sanno calcolarne il valore.

**2.11 Capiscono come ricavare l'espressione per l'accelerazione radiale in un moto circolare uniforme e la collegano alla forza centripeta.**

**2.12 (E) Conoscono ed utilizzano la definizione di velocità angolare.**

**2.13 Scompongono il moto nel piano in due moti rettilinei paralleli agli assi cartesiani, ed utilizzano questa procedura negli esercizi. Scompongono il moto del proiettile in un moto verticale, uniformemente accelerato (caduta libera) ed in un moto orizzontale, rettilineo uniforme, e calcolano la gittata e la velocità istantanea.**

### **3. Forza e momento meccanico (6 CG in 2 EL)**

Gli allievi:

**3.1 Riconoscono la forza come grandezza vettoriale e ripetono la sua unità di misura:**

Gli allievi sanno che la forza è quella grandezza con la quale si descrivono le interazioni tra due corpi. Riconoscono l'azione di una forza in base agli effetti provocati e sanno elencare alcuni esempi di forze. Sanno che una forza è caratterizzata dalla sua intensità, direzione, verso e punto di applicazione.

**3.2 Ripetono la somma grafica delle forze in un piano ed il significato di risultante:**

Gli allievi tracciano la risultante di due forze e determinano graficamente la sua intensità.

### **3.3 Scompongono graficamente la forza in componenti:**

Gli allievi disegnano la forza (in un piano), la scompongono in componenti lungo due direzioni assegnate e determinano il valore di tali componenti (disegnare le forze in scala).

### **3.4. Nel sistema cartesiano individuano le componenti lungo gli assi e calcolano l'intensità della forza.**

*[Collegamento interdisciplinare con la matematica – vettori, sistema cartesiano nel piano e nello spazio; vettore posizione del punto; funzioni trigonometriche nel triangolo rettangolo.]*

### **3.5 Scrivono e sanno utilizzare il primo principio della dinamica:**

Gli allievi risolvono problemi più complessi (rispetto a quelli della scuola elementare), nei quali la risultante delle forze agenti su un corpo è zero o il corpo si muove di moto rettilineo uniforme.

### **3.6 Sanno, che per determinare l'equilibrio e l'accelerazione di un corpo sono importanti soltanto le forze con le quali l'ambiente agisce sul corpo, chiamate anche forze esterne:**

Gli allievi distinguono tra forze che agiscono sul corpo e forze con le quali il corpo agisce sull'ambiente. Per il sistema scelto distinguono tra forze esterne ed interne.

### **3.7 Comprendono il principio di azione e reazione e sanno utilizzarlo nei vari casi:**

Gli allievi individuano le forze tra loro collegate dal principio di azione e reazione. Sanno che le forze non si generano mai da sole, ma in coppie.

### **3.8 Utilizzano la molla per la misurazione delle forze (ripetizione delle elementari) e conoscono la costante elastica $k$ della molla: $F = k x$ .**

Gli allievi elencano vari esempi di deformazione, scrivono l'equazione per le deformazioni elastiche e rappresentano il grafico  $F = F(x)$ . Si rendono conto dei limiti di applicabilità dell'equazione.

### **3.9 Ripetono la forza d'attrito dinamico ad un livello qualitativo, la forza d'attrito statico e la forza d'attrito viscoso. Risolvono esercizi riguardanti le forze sopracitate e sanno usare l'equazione della forza d'attrito dinamico:**

$$F_t = k_t F_N.$$

### **3.10 Conoscono l'equazione per l'attrito statico e risolvono i relativi esercizi di verifica.**

### **3.11 Sanno calcolare le forze agenti su un corpo in quiete o in movimento su un piano inclinato.**

### **3.12. Conoscono e sanno utilizzare la definizione di momento meccanico e spiegano il suo significato per l'equilibrio dei corpi:**

$$M = r'F.$$

Gli allievi sanno determinare il braccio di una forza come distanza tra la retta d'azione della forza e l'asse di rotazione. Sanno che, affinché un corpo sia in equilibrio, è necessario non solo che la somma delle forze sia zero, ma anche che la somma dei momenti sia zero.

**3.13 Sanno che il punto di applicazione della forza di gravità si trova nel baricentro di un corpo e sanno determinare il baricentro di solidi semplici ed omogenei.**

**3.14 (E) Calcolano il baricentro del sistema di punti materiali nel piano.**

**3.15 Ripetono la definizione di pressione, sanno descrivere come viene misurata. Utilizzano gli strumenti di misura della pressione:**

$$p = \frac{F}{S}.$$

Gli allievi sanno che la pressione generata da una forza, dipende dall'area della superficie sulla quale agisce, elencano esempi appropriati ed utilizzano la definizione negli esercizi. Spiegano la pressione idrostatica nei liquidi ed il funzionamento dei sistemi idraulici. Sanno che la pressione idrostatica dipende dall'altezza della colonna e dalla densità del liquido. Distinguono i casi in cui si misura la pressione assoluta o la differenza di pressione. Descrivono la misurazione della pressione atmosferica e spiegano qualitativamente come cambia in funzione dell'altitudine.

[Collegamento interdisciplinare con la geografia – pressione atmosferica.]

**3.16 Ricavano l'equazione per la pressione nei liquidi e la utilizzano per l'equilibrio dei liquidi e dei solidi immersi nei liquidi (ricavano la forza di Archimede).**

**3.17 Ripetono il calcolo della forza di Archimede.**

Gli allievi risolvono problemi sulla forza di Archimede.

#### **4. Leggi di Newton e gravitazione (5 CG e 2 EL)**

Gli allievi:

**4.1 Ripetono e sanno utilizzare le leggi di Newton per il moto rettilineo e per la caduta:**

$$\sum \vec{F}_Z = m\vec{a}$$

Gli allievi applicano le leggi di Newton al moto rettilineo. Tra le forze agenti si considerano anche la forza d'attrito dinamico e la forza d'attrito viscoso (i problemi non comprendono il moto sul piano inclinato). Sanno che l'accelerazione di un corpo è determinata dalla risultante delle forze agenti e dalla massa del corpo. Sanno che la massa è la misura quantitativa dell'inerzia del corpo.

**4.2 Ripetono ed utilizzano la relazione tra peso e massa  $\vec{F}_g = m\vec{g}$ :**

Gli allievi sanno che tutti i corpi sono soggetti alla stessa accelerazione di gravità: un corpo con una grande massa è attratto dalla Terra con una forza maggiore ma, al contempo, ha un'inerzia maggiore.

**4.3 Utilizzano le leggi di Newton per il moto circolare uniforme:**

Sanno che la risultante delle forze che imprime al corpo un'accelerazione radiale si chiama forza centripeta. Sanno determinare la forza centripeta per il moto circolare uniforme:  $F = m a_r = m v^2/r$ .

**4.4 Comprendono ed utilizzano la legge di gravitazione universale:  $F = G m_1 m_2 / r^2$ :**

Gli allievi sanno che la forza gravitazionale tra due corpi è sempre attrattiva, è direttamente proporzionale al prodotto delle loro masse e inversamente proporzionale al quadrato della distanza tra i loro centri di massa. Capiscono che il peso è la forza gravitazionale attrattiva tra il corpo e la Terra. Sanno che la forza di gravità governa il moto dei satelliti, dei pianeti, delle stelle e delle galassie nello spazio e che, nel moto dei satelliti e dei pianeti, la forza gravitazionale corrisponde alla forza centripeta.

**4.5 Dalla legge di gravitazione universale ricavano l'accelerazione e calcolano la massa della Terra.**

**4.6 Esprimono come cambia l'accelerazione gravitazionale in funzione della distanza dal centro della Terra.**

**4.7 Utilizzano la legge di gravitazione universale per il moto dei pianeti e dei satelliti, assunto come circolare.**

**4.8 (E) Elencano le leggi di Keplero e spiegano la terza legge di Keplero per il moto dei pianeti, assunto come circolare.**

**4.9 Calcolano la massa del Sole utilizzando la costante di gravitazione universale, la distanza tra Terra e Sole ed il periodo di rivoluzione della Terra intorno al Sole.**

**5. Principio di conservazione della quantità di moto – conoscenze specifiche e contenuti opzionali (E)**

Gli allievi:

**5.1 Conoscono e sanno utilizzare la definizione di impulso e la quantità di moto in forma vettoriale:**

$$\vec{G} = m \vec{v}.$$

**5.2 Scrivono il principio di conservazione della quantità di moto e spiegano in quali casi quest'ultima si conserva:**

$$\vec{F} \Delta t = m \vec{G}$$

**5.3 Utilizzano la conservazione della quantità di moto nei processi d'urto. Illustrano con alcuni esempi il principio di conservazione della quantità di moto.**

**5.4 (E) Sanno e comprendono il principio di funzionamento del motore a razzo.**

## **6. Il principio di conservazione del momento angolare – argomento opzionale**

Gli allievi:

**6.1 (E) Conoscono e sanno utilizzare le definizioni di impulso angolare e di momento angolare per la rotazione di un corpo rigido intorno ad un suo asse baricentrico.**

**6.2 (E) Esprimono il principio di conservazione del momento angolare e spiegano le condizioni in cui il momento angolare si conserva.**

**6.3 (E) Conoscono e utilizzano la definizione di momento d'inerzia per un sistema di punti materiali. Conoscono i momenti d'inerzia di alcuni solidi omogenei.**

**6.4 (E) Utilizzano il principio di conservazione del momento angolare per lo studio qualitativo dei solidi rotanti.**

## **7. Lavoro ed energia (7 CG)**

Gli allievi:

**7.1 Ripetono le definizioni di lavoro e di potenza e le utilizzano negli esercizi:**

$$A = F s, P = A/t.$$

Il lavoro di una forza costante viene calcolato nei casi in cui la forza è parallela allo spostamento. Sanno che una forza, che agisce in direzione perpendicolare alla direzione dello spostamento, non compie alcun lavoro.

**7.2 Calcolano il lavoro di una forza costante nel caso in cui la forza non è parallela allo spostamento.**

*[Collegamento interdisciplinare con la matematica – prodotto scalare.]*

**7.3 Utilizzano l'equazione per l'energia cinetica:  $W_k = mv^2/2$ .**

**7.4 Ripetono l'equazione per la variazione dell'energia potenziale in un campo gravitazionale uniforme:**

$$\Delta W_p = mg\Delta h.$$

**7.5 Si rendono conto che l'espressione  $\Delta W_p = mg\Delta h$  è valida solo in prossimità della superficie terrestre.**

**7.6 Calcolano il lavoro compiuto o subito da una molla e scrivono l'equazione per l'energia elastica della molla  $A = W_{pr} = k x^2/2$ .**

**7.7 Sanno utilizzare la definizione di energia meccanica e sanno spiegare i casi in cui l'energia meccanica si conserva:**

$$A = W_k + W_p + W_{pr}.$$

Gli allievi sanno in quali casi si utilizza la definizione di energia meccanica. Sanno che con A si intende il lavoro di tutte le forze esterne tranne la forza peso. Con il principio di conservazione dell'energia meccanica descrivono un sistema semplice composto da uno o due corpi (ad es. la caduta libera o l'urto centrale elastico, nel quale si conserva l'energia cinetica).

**7.8 (E) Utilizzano l'equazione per l'energia cinetica di un corpo in rotazione.**

**7.9 Ricavano ed utilizzano l'equazione per il lavoro di volume dovuto alla pressione.**

## **8. Liquidi – argomento opzionale**

Gli allievi:

**8.1 (E) Definiscono la portata volumetrica e la portata massica.**

**8.2 (E) Utilizzano la relazione tra portata, sezione attraversata e velocità del fluido negli esercizi.**

**8.3 (E) Comprendono e sanno utilizzare l'equazione di Bernoulli.**

**8.4 (E) Conoscono la legge di Stokes per la forza di attrito viscoso, e risolvono gli esercizi ad essi connessi.**

**8.5 (E) Conoscono la tensione superficiale e spiegano alcuni fenomeni naturali interessanti.**

## **9. Struttura della materia e temperatura (5 CG e 2 EL)**

Gli allievi:

**9.1 Calcolano il numero delle particelle (molecole e atomi) presenti in una sostanza e calcolano la massa di una singola particella:**

[Collegamento interdisciplinare con la chimica – definizione di mole, di kilomole, armonizzazione della terminologia.]

Sanno utilizzare le equazioni  $N = N_A \cdot m/M$  per il numero di particelle e  $m_1 = M/N_A$  per la massa di una singola particella. [Collegamento interdisciplinare con la matematica e la chimica– calcolo con potenze in base 10, proprietà degli atomi e delle molecole.]

**9.2 Descrivono qualitativamente la struttura microscopica di un materiale allo stato solido, liquido o gassoso.**

[Collegamento interdisciplinare con la chimica – stato della materia.]

**9.3 Calcolano la grandezza approssimativa degli atomi (delle molecole):**

*Ragionando riguardo la densità di una sostanza valutano la grandezza di un atomo.*

[Collegamento interdisciplinare con la matematica e la chimica – calcolo con potenze in base 10, valutazione della dimensione dell'atomo.]

**9.4 Definiscono la scala Kelvin per la temperatura con il termometro a gas:**

Gli allievi sanno che tutti i gas ideali si dilatano allo stesso modo e che, in base alla definizione, il volume di un gas, a pressione costante, è proporzionale alla temperatura assoluta. Gli allievi sanno convertire la temperatura da gradi Celsius a gradi Kelvin. Sanno che, a livello microscopico, la temperatura è la misura dell'energia cinetica media degli atomi e delle molecole di un gas. Spiegano qualitativamente l'origine della pressione di un gas sulle pareti di un contenitore.

**9.5 Confrontano la dilatazione termica dei solidi, dei liquidi e dei gas:**

Gli allievi sanno che la maggior parte dei materiali si dilatano se vengono riscaldati, e che i gas si dilatano maggiormente rispetto ai solidi. Conoscono l'anomalia dell'acqua.

**9.6 Definiscono la dilatazione lineare e volumica e sanno scrivere la loro relazione:**

*Gli allievi sanno scrivere le equazioni  $\Delta l/l = \alpha \Delta T$  e  $V/V = \beta \Delta T$ . Sanno utilizzare le equazioni per il calcolo della dilatazione lineare o volumica dei materiali. Spiegano qualitativamente la dilatazione relativa, al variare della temperatura, del contenitore e del liquido in esso contenuto.*

**9.7 (E) Interpretano la dilatazione termica dal punto di vista microscopico:**

*Gli allievi sanno disegnare il grafico della forza tra due atomi (ioni) in funzione della loro distanza e sanno dedurre dalle caratteristiche del grafico il fenomeno della dilatazione termica del materiale.*

**9.8 Scrivono ed utilizzano l'equazione di stato del gas perfetto:**

Gli allievi sanno che la pressione di un gas perfetto è la conseguenza degli urti degli atomi o delle molecole del gas sulle pareti del contenitore. Scrivono la legge dei gas perfetti nella forma  $pV = (m/M) RT$ , dove  $p$  è la pressione,  $V$  il volume,  $m$  la massa e  $T$  la temperatura assoluta del gas. Gli allievi sanno utilizzare quest'equazione per il calcolo delle grandezze elencate.

[Collegamento interdisciplinare con la chimica – leggi dei gas.]

**9.9 Rappresentano le trasformazioni termodinamiche del gas perfetto nel diagramma p-V:**

*Gli allievi sanno disegnare l'isoterma, l'isobara e l'isocora nel diagramma p-V ed utilizzare l'equazione dei gas perfetti per il calcolo della temperatura, della pressione o del volume in un dato punto del diagramma.*

**9.10 (E) Definiscono l'umidità assoluta e relativa dell'aria ed il punto di rugiada:**

*Gli allievi sanno utilizzare l'equazione dei gas perfetti per il calcolo della relazione tra l'umidità relativa ed assoluta. Conoscono il significato del punto di rugiada nella meteorologia.*

[Collegamento interdisciplinare con la geografia – precipitazioni orografiche, creazione dei cumuli.]

## 10. Energia interna e calore (7 CG e 2 EL)

Gli allievi:

### 10.1 Sanno utilizzare il primo principio della termodinamica e sanno definire il calore:

Gli allievi scrivono il principio di conservazione dell'energia nella forma  $A + Q = W_m + W_n$ , dove  $A$  è il lavoro di tutte le forze esterne tranne del peso,  $W_n$  è l'energia interna e  $W_m$  l'energia meccanica. Sanno calcolare la variazione dell'energia interna causata dal lavoro prodotto dall'attrito dinamico, dall'attrito viscoso e dal calore fornito da una sorgente.

Per un gas perfetto monoatomico interpretano qualitativamente, a livello microscopico, l'energia interna come somma delle energie cinetiche degli atomi ed il calore come scambio di energia cinetica dovuto agli urti. [Collegamento interdisciplinare – fisica, chimica, biologia – diversi punti di vista della legge termodinamica.]

### 10.2 Derivano ed utilizzano l'equazione per il lavoro di volume.

### 10.3 Conoscono il calore specifico di un materiale e lo utilizzano nei calcoli:

Gli allievi spiegano il processo di misurazione del calore specifico con un riscaldatore con potenza nota. Sanno utilizzare la definizione  $c = Q/(m\Delta T)$  nei calcoli per una sostanza omogenea. [Collegamento interdisciplinare con la geografia – clima continentale e costiero.]

### 10.4 Descrivono i passaggi da uno stato di aggregazione all'altro:

Gli allievi sanno che la temperatura rimane invariata durante la transizione di fase spiegandone il motivo a livello qualitativo su scala microscopica. Distinguono tra fusione, solidificazione, evaporazione e condensazione. Sanno che la temperatura della transizione di fase è specifica per ciascuna sostanza e dipende anche dalla pressione. Spiegano l'assorbimento o l'emissione di calore durante la transizione di fase.

### 10.5 Utilizzano il calore specifico ed il calore di fusione, di evaporazione e di combustione della sostanza nei calcoli:

*Per la risoluzione degli esercizi di termodinamica sanno utilizzare le equazioni  $q_t = Q_t/m$ ,  $q_f = Q_f/m$  in  $q_s = Q_s/m$ .*

*Ricercano i valori energetici di un cibo e li utilizzano nei calcoli quando si studia il fabbisogno energetico del corpo umano.*

### 10.6 Definiscono il flusso termico e distinguono le forme di propagazione del calore:

Gli allievi descrivono il flusso termico mediante l'equazione  $P = Q/t$ . Distinguono tra propagazione del calore per conduzione, per convezione, per irraggiamento. Sanno che a causa dell'assorbimento della luce solare i corpi si riscaldano e questo è importante per la vita terrestre.

### 10.7 Scrivono ed utilizzano la legge di Stefan-Boltzman per l'emittanza del corpo nero:

*Sanno che ogni corpo emette una radiazione elettromagnetica e che la potenza della radiazione emessa dipende dalla temperatura assoluta del corpo. Conoscono l'effetto serra.*

$$j^* = \sigma T^4 .$$

### **10.8 Definiscono la conducibilità termica e la utilizzano nei calcoli:**

$$P = \lambda S \Delta T/d .$$

Sanno che il flusso termico, attraverso uno strato di una particolare sostanza, dipende dal tipo di sostanza, dalla differenza di temperatura, dalla superficie e dallo spessore dello strato. Distinguono tra conduttori ed isolanti termici e conoscono l'importanza di un isolamento termico. [Collegamento interdisciplinare con la biologia – regolazione della temperatura corporea.]

### **10.9 (E) Conoscono il risparmio energetico e le modalità di isolamento termico degli edifici. Apprendono la differenza tra energie rinnovabili e non rinnovabili.**

### **10.10 Descrivono il funzionamento di una macchina termica, definiscono il suo rendimento e spiegano i motivi per cui il rendimento è inferiore al 100%.**

Gli allievi sanno che una macchina termica riceve il calore che deriva dalla combustione e lo converte in lavoro meccanico. Il rendimento viene definito come rapporto tra lavoro compiuto e calore ricevuto:  $\eta = A_{emesso} / Q_{ricevuto}$  . Elencano alcuni esempi di macchina termica. Sanno che per il funzionamento di una macchina termica è necessaria una differenza di temperatura.

### **10.11 (E) Distinguono tra fenomeni reversibili ed irreversibili:**

Gli allievi sanno spiegare il passaggio dai fenomeni reversibili a livello microscopico ai fenomeni irreversibili a livello macroscopico.

### **10.12 (E) Spiegano qualitativamente il secondo principio della termodinamica:**

Alcuni fenomeni avvengono spontaneamente in un verso ma non nell'altro. Tali processi portano all'equilibrio termodinamico, caratterizzato dall'uniformità delle grandezze termodinamiche in tutto il sistema. Per mantenere le disomogeneità sarebbe necessario fornire energia al sistema. Il calore si propaga spontaneamente da regioni a temperatura maggiore a regioni a temperatura minore. Le trasformazioni che avvengono spontaneamente in un sistema isolato, che non si trovi già all'equilibrio termodinamico, determinano un aumento della sua entropia. Gli allievi collegano l'entropia con la mancanza di informazione sullo stato microscopico che determina un definito stato macroscopico. Comprendono l'entropia come misura di disordine. Collegano il secondo principio della termodinamica con i problemi ecologici.

### **10.13 Scrivono ed utilizzano l'equazione per l'energia cinetica media di un atomo di un gas monoatomico e calcolano l'energia interna di un gas.**

Gli allievi sanno utilizzare le equazioni  $W_k = (3/2) kT$  e  $W_n = N(3/2) kT$ .

### **10.14 Utilizzano i principi della termodinamica per le trasformazioni di un gas perfetto e distinguono tra calore specifico a pressione costante e a volume costante:**

Gli allievi sanno calcolare, in base al grafico di un'isobara o di un'isocora nel piano p-V, per il gas perfetto, il lavoro compiuto o subito o la variazione dell'energia interna. Sanno che l'energia interna di un gas perfetto dipende esclusivamente dalla temperatura:  $\Delta W_n = m c_v \Delta T$ .

### **10.15 Sanno definire un ciclo termodinamico e sanno rappresentarlo in un diagramma p-V:**

Gli allievi sanno spiegare, in base al ciclo termodinamico rappresentato, se in una determinata fase il lavoro è compiuto o subito o il calore è ceduto o assorbito.

## 11. Cariche elettriche e campo elettrico (4 CG)

Gli allievi:

### 11.1 Ripetono come si elettrizzano i corpi, spiegano il concetto di forza elettrica come forza tra due cariche elettriche, distinguono tra conduttori e isolanti, spiegano il funzionamento dell'elettroscopio:

Gli allievi sanno, che tutti i corpi macroscopici sono elettricamente neutri e in caso di elettrizzazione acquistano carica negativa o carica positiva. Sanno che la carica è una proprietà della materia e che la carica totale rimane costante. Una carica positiva ed una negativa si attraggono, due cariche uguali invece si respingono. I corpi possono essere elettrizzati per strofinio (isolanti), nell'induzione elettrostatica invece le cariche positive e negative si riorganizzano sulla superficie dei conduttori; gabbia di Faraday.

### 11.2 Scrivono la legge di Coulomb e la utilizzano per il calcolo della forza tra due cariche puntiformi. Comprendono le similitudini tra forza di gravità e forza tra cariche elettriche:

Gli allievi sanno utilizzare l'equazione  $F_e = e_1 e_2 / (4\pi\epsilon_0 r^2)$ .

### 11.3 (E) Descrivono il funzionamento di alcuni dispositivi nei quali la carica elettrostatica ha una funzione principale:

Gli allievi conoscono il principio fondamentale del funzionamento di un parafulmine, di un filtro elettrostatico e di una fotocopiatrice.

### 11.4 Descrivono il campo elettrico, raffigurano il campo generato da una carica puntiforme o in un condensatore piano mediante le linee di campo e conoscono la definizione di campo elettrico. Calcolano l'intensità del campo elettrico generato da una carica puntiforme, ad una data distanza da questa:

Gli allievi definiscono il vettore campo elettrico come vettore forza elettrica per unità di carica

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_e}{e}$$

positiva  $e$ . La densità spaziale delle linee di campo è proporzionale all'intensità del campo. Gli allievi sanno che le forze elettriche e i campi elettrici si sommano vettorialmente.

### 11.5 Conoscono la definizione di tensione elettrica, o differenza di potenziale (d.d.p.), tra due punti in un campo elettrico uniforme:

Nello spostamento di una carica di prova  $e_p$  (definita positiva) in un campo elettrico dal punto 1 al punto 2, nel verso delle linee di campo, la forza elettrica compie il lavoro  $A_{21}$ . La tensione elettrica tra il punto 2 e il punto 1 è definita come il rapporto tra lavoro fatto dalla forza elettrica sulla carica di prova e la carica stessa:

$U_{21} = A_{21} / e_p$ . Negli spostamenti perpendicolari alle linee di campo, il lavoro elettrico è pari a zero e la tensione tra i due punti, iniziale e finale, è anche pari a zero.

### 11.6 Conoscono la definizione di capacità di un condensatore e la utilizzano negli esercizi:

Gli allievi sanno che la carica elettrica si può immagazzinare nei condensatori. Più carica si riesce ad accumulare ad una certa tensione (lavoro compiuto), maggiore è la capacità del condensatore:  $C = e/U$ .

**11.7 (E) Calcolano la capacità equivalente per condensatori collegati in serie, in parallelo ed in combinazione:**

*Gli allievi sanno che su due condensatori, collegati in parallelo ad un generatore, vi è la stessa tensione e che su due condensatori, collegati in serie ad un generatore, vi è la stessa carica.*

**11.8 Calcolano l'intensità del campo elettrico generato da alcune distribuzioni di carica:**

*Gli allievi sanno calcolare l'intensità di un campo elettrico in prossimità di due o più cariche puntiformi, in prossimità di un piano elettrizzato e all'interno di un condensatore piano:*

$$E_t = e / (4\pi\epsilon_0 r^2), E_p = e / (2\epsilon_0 S), E_k = e / (\epsilon_0 S).$$

**11.9 (E) Utilizzano il teorema di Gauss per il campo elettrico:**

*Gli allievi sanno utilizzare il flusso del campo elettrico e il teorema di Gauss  $\Phi_e = e / \epsilon_0$  per il calcolo dell'intensità del campo elettrico in prossimità di una carica puntiforme, di una distribuzione piana di carica e nei casi di distribuzione di carica con simmetria sferica.*

**11.10 Esprimono la tensione tra due punti in un campo elettrico uniforme in funzione dell'intensità del campo elettrico:  $U_{12} = E \cdot s_{12}$ .**

**11.11 Disegnano le superfici equipotenziali per un campo elettrico uniforme e per il campo di una carica puntiforme e conoscono il significato di queste superfici.**

**11.12 (E) Spiegano il fenomeno di polarizzazione del dielettrico su base microscopica.**

**11.13 Utilizzano l'equazione per l'energia del condensatore  $W_e = \frac{1}{2} CU^2$ .**

**11.14 (E) Definiscono la densità d'energia del campo elettrico e, per il campo uniforme, scrivono la relazione tra densità d'energia ed intensità del campo elettrico  $w_e = W_e/V$ ,  $w_e = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$ .**

## **12. Corrente elettrica (4 CG e 4 EL)**

Gli allievi:

**12.1 Scrivono la definizione di intensità di corrente elettrica e la collegano alla carica unitaria:**

Sanno scrivere e spiegare la definizione dell'intensità della corrente elettrica  $I = e/t$ .

[Collegamento interdisciplinare con la chimica e la biologia – effetto chimico (elettrolisi) e fisiologico (contrazione dei muscoli) della corrente elettrica.]

**12.2 Definiscono la tensione di un generatore e la tensione di un utilizzatore elettrico:**

Gli allievi definiscono la tensione di un generatore tramite il lavoro elettrico del generatore per unità di carica  $U_V = A_e/e$ . La tensione di un utilizzatore viene definita tramite il lavoro elettrico assorbito dall'utilizzatore per unità di carica  $U = A_e/e$ . Gli allievi conoscono l'elettronvolt come unità di misura per l'energia e il lavoro elettrico.

### **12.3 Ripetono la legge di Ohm e la definizione di resistenza:**

Gli allievi sanno che la corrente in un conduttore metallico a temperatura costante è proporzionale alla tensione ai capi del conduttore  $U$  ed è inversamente proporzionale alla resistenza del conduttore ( $I = U/R$ ). Sanno che la legge di Ohm non vale per tutti i conduttori.

### **12.4 (E) Conoscono la resistenza interna di un generatore.**

### **12.5 Ripetono il collegamento in serie ed in parallelo di diversi utilizzatori e spiegano l'utilizzo dell'amperometro e del voltmetro in un circuito elettrico. Sanno effettuare misure di corrente e di tensione in semplici circuiti elettrici:**

Gli allievi sanno che, nel collegamento in parallelo, la tensione tra i capi degli utilizzatori è la stessa e che, nel collegamento in serie, la corrente che attraversa gli utilizzatori è la stessa. Sanno che il voltmetro deve avere una resistenza molto grande, l'amperometro, invece, una resistenza piccola rispetto a quella degli utilizzatori.

### **12.6 (E) Spiegano come possiamo aumentare il campo di misurazione del voltmetro e dell'amperometro.**

### **12.7 Utilizzano il principio di conservazione della carica e dell'energia nello studio di circuiti elettrici semplici con un unico generatore. Gli allievi sanno che in un nodo del circuito la somma delle correnti entranti è uguale alla somma delle correnti uscenti. Gli allievi sanno che la caduta totale delle tensioni, in un collegamento in serie di utilizzatori, è uguale alla tensione del generatore. Spiegano il collegamento degli utilizzatori elettrici nel circuito casalingo:**

Gli allievi sanno disegnare lo schema elettrico per il circuito casalingo con due o più utilizzatori, interruttori e fusibili. Conoscono l'importanza dei fusibili e sanno calcolare la potenza massima che può essere assorbita dagli utilizzatori con un dato fusibile.

### **12.8 Calcolano la resistenza equivalente in un collegamento in serie o in un collegamento in parallelo e verificano i calcoli con le misurazioni**

$$R = R_1 + R_2 + \dots; \quad 1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots$$

### **12.9 Ripetono le equazioni per la potenza in corrente continua. Generalizzano l'equazione al caso di corrente alternata e utilizzano le formule per risolvere esercizi con un generatore di corrente ed un utilizzatore:**

Gli allievi sanno che la potenza elettrica consumata da un utilizzatore è uguale al prodotto tra la tensione tra i capi dell'utilizzatore e la corrente che attraversa l'utilizzatore ( $P = UI$ ). Per la corrente alternata, utilizzano i valori efficaci della corrente e della tensione. Sanno disegnare il grafico della tensione alternata sinusoidale del circuito casalingo e sanno determinare dal grafico il periodo e l'ampiezza.

### **12.10 Calcolano la resistenza di un conduttore:**

$$R = \zeta l/S.$$

### **12.11 Utilizzano il principio di conservazione della carica e dell'energia elettrica per lo studio di circuiti elettrici con più maglie (leggi di Kirchhoffov delle correnti e delle tensioni).**

## **12.12 (E) Conoscono il funzionamento e l'utilizzo delle celle a combustibile.**

### **13. Campo magnetico (4 CG)**

Gli allievi:

#### **13.1 Ripetono e generalizzano le proprietà dei magneti:**

Gli allievi sanno che due poli uguali si respingono e due poli opposti si attraggono. Se dividiamo in due parti un magnete, da questo otteniamo due magneti completi (descrizione microscopica). Un ago magnetico, appeso ad un filo, si orienta in direzione N–S. Ne consegue che il polo nord geografico corrisponde al polo sud magnetico e viceversa.

[Collegamento interdisciplinare con la geografia – polo magnetico e geografico.]

#### **13.2 (E) Descrivono il fenomeno di magnetizzazione e smagnetizzazione:**

*Gli allievi sanno descrivere qualitativamente, a livello microscopico, la magnetizzazione del ferro e dell'acciaio.*

#### **13.3 Raffigurano e descrivono, mediante linee di campo, il campo magnetico di un magnete a barra e a ferro di cavallo ed il campo magnetico della Terra:**

Gli allievi sanno che il verso delle linee di campo è individuato dal verso in cui si orienta il polo nord dell'ago magnetico. Le linee di campo fuoriescono dal polo nord e convergono nel polo sud. Il polo nord geografico della Terra corrisponde al suo polo sud magnetico.

#### **13.4 Descrivono il campo magnetico in prossimità di un conduttore rettilineo e all'interno di un solenoide attraversati da corrente:**

Il campo magnetico ha, in prossimità di un lungo filo conduttore rettilineo percorso da corrente, simmetria circolare e concentrica al filo. La direzione delle linee di campo si individua con la regola della mano destra o della vite. Il campo magnetico in prossimità di un solenoide percorso da corrente è simile al campo magnetico in prossimità di una barra magnetica. All'interno del solenoide il campo magnetico è uniforme.

#### **13.5 Descrivono il funzionamento e l'utilizzo di un elettromagnete:**

*Il nucleo in ferro di un solenoide aumenta l'intensità del campo magnetico. Gli allievi sanno descrivere il funzionamento del campanello, delle cuffiette e dei diffusori.*

#### **13.6 Descrivono le proprietà della forza magnetica su una carica elettrica:**

Gli allievi sanno che su una carica elettrica, immersa in un campo magnetico, agisce una forza solo nel caso in cui la carica si muova rispetto al campo con una velocità non parallela al campo stesso; la forza magnetica è altresì nulla se la carica è ferma. Sanno che la forza magnetica, su una particella carica in moto, è perpendicolare sia alle linee di campo che alla velocità della particella. Distinguono tra forze magnetiche e forze elettriche.

#### **13.7 Forniscono una interpretazione microscopica della forza magnetica agente su un conduttore percorso da corrente in un campo magnetico:**

Gli allievi sanno che la forza magnetica agente su un conduttore percorso da corrente è l'effetto delle forze magnetiche che agiscono sulle cariche in moto nel conduttore.

**13.8 (E) Utilizzano il momento magnetico per descrivere il principio di funzionamento di un motore elettrico a corrente continua e di un galvanometro:**

Una spira percorsa da corrente e immersa in un campo magnetico, si orienta in modo tale da allineare il proprio campo con la direzione del campo magnetico esterno. Nel motore elettrico, il commutatore inverte al momento opportuno il verso di scorrimento della corrente nella bobina, al fine di renderne continua la rotazione.

**13.9 (E) Descrivono il funzionamento del tubo catodico:**

Gli allievi sanno elencare le parti che formano il tubo catodico e ne spiegano il funzionamento. Descrivono il funzionamento dell'oscilloscopio e del televisore a tubo catodico.

**13.10 Conoscono la definizione di densità del flusso magnetico:**

Gli allievi definiscono l'induzione magnetica, ossia la densità del flusso magnetico, attraverso la forza agente su un filo conduttore di lunghezza  $l$  percorso da corrente  $I$ , nel caso in cui il filo sia perpendicolare alla direzione del campo magnetico ( $B = F_m / I l$ ). Conoscono l'unità di misura nel SI: tesla (T).

**13.11 Scrivono ed utilizzano le equazioni per la densità di flusso magnetico nei pressi di un conduttore rettilineo o all'interno di un solenoide:  $B = \mu_0 I / (2\pi r)$ ,  $B = \mu_0 NI/l$ :**

Gli allievi conoscono la definizione operativa dell'unità di corrente elettrica (ampere) in funzione della forza agente tra due conduttori rettilinei paralleli percorsi da corrente.

**13.12 Scrivono ed utilizzano le equazioni per la forza elettrica e magnetica su una carica elettrica:**

$$\vec{F}_e = e \vec{E}, \vec{F}_m = e \vec{v} \times \vec{B}.$$

[Collegamento interdisciplinare con la matematica – prodotto vettoriale.]

**13.13 (E) Determinano le traiettorie delle particelle cariche in campi elettrici e magnetici uniformi:**

[Collegamento interdisciplinare con la matematica – retta, parabola, circonferenza.]

**13.14 (E) Descrivono il funzionamento dell'acceleratore lineare e del ciclotrone.**

**13.15 Descrivono il funzionamento di uno spettrografo di massa:**

Dati un campo elettrico e magnetico di intensità note, nel filtro di velocità, gli allievi calcolano la rigidità magnetica dello ione nello spettrografo, risalendo alla massa dello ione.

**13.16 (E) Descrivono il funzionamento della sonda Hall per la misurazione dell'intensità del campo magnetico.**

**13.17 Calcolano il momento su una spira conduttrice in un campo magnetico uniforme:**

$$M = I S B.$$

**13.18 Definiscono il flusso magnetico attraverso una superficie nel campo magnetico uniforme:**

$$\Phi_m = \vec{B} \cdot \vec{S}.$$

[Collegamento con la matematica – prodotto scalare; angolo tra vettori; proiezione ortogonale del vettore]

## **14. Induzione (5 CG e 2 EL)**

Gli allievi:

**14.1 Descrivono il fenomeno di induzione per il moto di un conduttore in un campo magnetico:**

Gli allievi sanno che quando un conduttore si muove in un campo magnetico, poiché al suo interno vi sono degli elettroni mobili sui quali agisce la forza magnetica, tra i capi del conduttore si crea una tensione indotta. La tensione dipende dalla velocità del moto relativo tra conduttore e campo.

**14.2 Descrivono il fenomeno di induzione in funzione della variazione del campo magnetico in una bobina:**

Se un magnete viene inserito in una bobina o, successivamente, ne viene estratto, si induce una tensione nella bobina. La tensione, o forza elettromotrice (f.e.m.), si induce anche se il magnete ruota nella bobina. Modello del generatore elettrico. Gli allievi osservano la sezione della dinamo e ne studiano il funzionamento.

**14.3 (E) Descrivono il funzionamento di alcune macchine, nelle quali l'induzione ha un ruolo principale.** Gli allievi conoscono il principio fondamentale dell'induttore, della bobina d'avviamento nelle automobili e del microfono dinamico.

**14.4 Utilizzano la legge di Lenz per determinare il verso della corrente indotta:**

Gli allievi sanno che la corrente indotta ha un verso tale che la forza magnetica, che agisce sul conduttore, contrasta il moto del conduttore o il moto rotatorio di una spira. Sanno determinare il verso della corrente indotta in casi concreti.

**14.5 Scrivono la legge di Faraday-Neumann-Lenz e la usano per la variazione del flusso magnetico attraverso una spira ed una bobina:  $U_i = - \Phi_m / \Delta t$ .**

**14.6 Descrivono il fenomeno di induzione nel trasformatore:**

Quando una corrente elettrica attraversa una bobina, in una seconda bobina accostata alla prima si induce una f.e.m. Lo stesso accade se la corrente viene esclusa. Se nella bobina primaria la corrente è costante, nella bobina secondaria non viene indotta alcuna tensione. Nel caso di corrente alternata, si induce nella bobina secondaria una tensione alternata. Le tensioni effettive sulle bobine hanno lo stesso rapporto dei numeri delle spire:  $U_1/U_2 = N_1/N_2$ . Il trasformatore alza o abbassa la tensione.

**14.7 (E) Spiegano come ottenere delle tensioni o delle correnti elevate con un trasformatore, e spiegano la trasmissione di potenza elettrica:**

Un trasformatore ideale trasmette una potenza elettrica uguale a quella ricevuta, vale quindi la relazione  $I_1 U_1 = I_2 U_2$ . Se aumentiamo la tensione, a parità di potenza si ha una corrente minore. Le perdite di potenza sui conduttori sono così minori.

**14.8 (E) Descrivono il funzionamento di un generatore a tre fasi ed un motore asincrono.**

**14.9 Conoscono la definizione dell'induttanza della bobina  $L = \Phi_m/I$ .**

**14.10 Utilizzano l'equazione dell'energia della bobina  $W_m = \frac{1}{2} LI^2$ .**

**14.11 (E) Utilizzano l'equazione della densità dell'energia del campo magnetico  $w_m = B^2/(2\mu_0)$ .**

Raccomandazione didattica: Gli obiettivi da 14.12 a 14.17 vengono trattati in questo capitolo solo se si sono studiate le oscillazioni e le onde, altrimenti si includono nel capitolo sulle onde.

**14.12 Descrivono il funzionamento del circuito elettrico oscillante:**

Un circuito oscillante è costituito da una bobina (induttore) ed un condensatore. Il condensatore, una volta carico, si scarica attraverso la bobina, generando una corrente variabile. Tale corrente, attraversando la bobina, genera all'interno di questa un campo magnetico variabile. Per la legge di Faraday-Neumann-Lenz, tale campo magnetico induce nella bobina una corrente, di verso opposto a quella che l'ha generata, che va a ricaricare il condensatore e così via. A causa dell'induzione la corrente scorre anche a condensatore scarico, perciò quest'ultimo si carica nuovamente.

**14.13 Spiegano le conversioni energetiche nelle oscillazioni del circuito oscillante.**

**14.14 Conoscono ed utilizzano l'equazione del periodo del circuito oscillante:**

$$t_0 = 2\pi \sqrt{LC}.$$

**14.15 Spiegano qualitativamente la formazione delle onde elettromagnetiche con l'uso del circuito oscillante aperto.**

**14.16 (E) Scrivono la relazione tra l'intensità del campo elettrico e la densità del flusso magnetico per la radiazione elettromagnetica, che si propaga nel vuoto:**

$$E_0 = B_0 \cdot c.$$

**14.17 (E) Utilizzano l'equazione per la densità del flusso energetico della radiazione elettromagnetica:**

$$j = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 c.$$

## 15. Oscillazioni (5 CG e 4 EL)

Gli allievi:

**15.1 Descrivono l'oscillatore armonico; collegano i concetti di periodo proprio e di frequenza propria; definiscono il concetto di spostamento, conoscono il concetto di posizione di equilibrio, spostamento massimo ed ampiezza del moto:**

Menzionano l'uso degli oscillatori per la misurazione del tempo.

$$v = \frac{1}{T_0}$$

**15.2 Descrivono un oscillatore massa-molla e le sue proprietà:**

L'oscillazione della molla è sinusoidale. Il periodo non dipende dall'ampiezza. Nell'oscillazione di una massa collegata ad una molla, il periodo aumenta all'aumentare della massa e/o al diminuire della costante elastica della molla.

**15.3 Descrivono il pendolo e le sue proprietà:**

L'oscillazione del pendolo è sinusoidale nel caso in cui l'ampiezza di oscillazione sia piccola rispetto alla lunghezza della corda. Il periodo del pendolo non dipende dal peso della massa oscillante ma dalla lunghezza della corda.

**15.4 Rappresentano graficamente lo spostamento in un moto oscillatorio sinusoidale (traccia dell'oscillazione) e, dal grafico dello spostamento in funzione del tempo, determinano l'ampiezza, la frequenza ed il periodo.**

**15.5 Dal grafico, dello spostamento in funzione del tempo, sanno disegnare il grafico della velocità e dell'accelerazione in funzione del tempo:**

*Dalla pendenza sul grafico dello spostamento in funzione del tempo o dalla traccia del moto (esperimento col tracciamento a ultrasuoni, gocce d'inchiostro) possiamo dedurre quali sono i grafici della velocità e dell'accelerazione in funzione del tempo. La velocità è massima nel punto di equilibrio. L'accelerazione è proporzionale allo spostamento e sempre diretta verso il punto di equilibrio.*

**15.6 Capiscono che la forza di richiamo, cioè la forza che riporta l'oscillatore verso il punto d'equilibrio, è la causa del moto oscillatorio:**

*Gli allievi sanno che l'accelerazione e la forza sono proporzionali (2a legge di Newton). La forza, che causa l'oscillazione sinusoidale, è perciò proporzionale allo spostamento e tende a riportare l'oscillatore verso il punto d'equilibrio.*

**15.7 Conoscono l'energia dell'oscillatore e descrivono le trasformazioni energetiche nell'oscillazione armonica di una massa collegata a una molla ideale su un piano orizzontale e nell'oscillazione del pendolo semplice:**

L'energia dell'oscillazione è uguale all'energia cinetica massima dell'oscillatore. Nei punti di massimo spostamento l'energia cinetica è pari a zero e l'energia dell'oscillatore è uguale all'energia potenziale elastica della molla o all'energia potenziale gravitazionale del pendolo.

**15.8 Disegnano il grafico della variazione dell'energia in funzione del tempo per l'oscillatore massa-molla e per il pendolo semplice:**

*L'energia dell'oscillazione è costante. Sul grafico è evidente la continua conversione da energia cinetica a energia potenziale e viceversa. La frequenza con cui varia l'energia è doppia rispetto alla frequenza d'oscillazione.*

**15.9 Descrivono l'oscillazione smorzata ed i fattori che la causano:**

L'ampiezza dell'oscillazione diminuisce nel tempo. A causa dell'attrito l'energia dell'oscillatore diminuisce.

**15.10 Rappresentano graficamente lo spostamento in funzione del tempo per l'oscillatore smorzato:**

*La diminuzione dell'energia, e con ciò anche dell'ampiezza, avviene esponenzialmente - dopo un numero caratteristico di oscillazione l'ampiezza si dimezza. La frequenza dell'oscillazione non varia con la diminuzione dell'ampiezza.*

**15.11 Osservano e spiegano il moto armonico forzato semplice, spiegano la risonanza, disegnano la curva di risonanza ed elencano alcuni esempi di risonanza tratti dalla vita quotidiana:**

Un oscillatore può sviluppare un moto armonico forzato se viene sollecitato da una perturbazione periodica. Le ampiezze di oscillazione sono maggiori quando la frequenza delle perturbazioni si avvicina alla frequenza propria dell'oscillatore. L'ampiezza della risonanza dipende dallo smorzamento.

**15.12 Rappresentano graficamente la variazione della velocità e dell'accelerazione in funzione del tempo in un moto armonico sinusoidale e dai grafici determinano, in modulo, la velocità massima e l'accelerazione massima.**

**15.13 Scrivono ed utilizzano le relazioni tra l'ampiezza, la velocità e l'accelerazione:**

$$v_0 = x_0(2\pi/t_0), \quad a_0 = v_0(2\pi/t_0).$$

**15.14 Scrivono ed utilizzano le equazioni  $x(t)$ ,  $v(t)$  e  $a(t)$  nell'oscillazione sinusoidale:**

$$x = x_0 \sin(2\pi t/t_0), \quad v = v_0 \cos(2\pi t/t_0), \quad a = -a_0 \sin(2\pi t/t_0).$$

[Collegamento interdisciplinare con la matematica – funzioni trigonometriche.]

**15.15 Utilizzano la legge di Newton per determinare il periodo di un oscillatore massa-molla.**

**15.16 Utilizzano le equazioni per il periodo proprio dell'oscillatore massa-molla e del pendolo semplice:**

$$t_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}, \quad t_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}.$$

**16. Onde (7 CG e 4 EL)**

Gli allievi:

**16.1 Conoscono il concetto di perturbazione di un mezzo, velocità di propagazione della perturbazione, descrivono l'onda longitudinale e quella trasversale e ne elencano alcuni esempi:**

L'oscillazione in un punto del mezzo si trasmette come perturbazione a punti contigui, generando un'onda che si propaga. La velocità di propagazione è la velocità dell'onda. L'onda può propagarsi nella stessa direzione in cui oscilla (onda longitudinale) oppure in direzione perpendicolare (onda trasversale). La velocità dell'onda, in un mezzo omogeneo, è costante e dipende unicamente dalle proprietà del mezzo in cui si propaga.

**16.2 Rappresentano graficamente, ad un istante di tempo fissato, un'onda sinusoidale e, dalla sua forma, determinano l'ampiezza e la lunghezza d'onda.**

Dalla forma di un'onda sinusoidale si può dedurre che tutti i punti oscillano allo stesso modo ma con un ritardo di fase rispetto alla sorgente. La distanza tra due punti successivi che oscillano in fase è la lunghezza d'onda. Quando la sorgente ha compiuto un'oscillazione completa, l'onda si è propagata per una intera lunghezza d'onda.

**16.3 Spiegano i concetti di cresta (punto di massimo) e ventre (punto di minimo), e di punto di compressione e di dilatazione.**

**16.4 Collegano la velocità  $c$ , la lunghezza d'onda  $\lambda$ , la frequenza  $\nu$  ed il periodo  $t_0$ :**

In un tempo pari ad un periodo, un'onda si propaga esattamente di una lunghezza d'onda; il punto finale si trova in ritardo di un'oscillazione rispetto al punto iniziale e i due punti oscillano in fase.

$$c = \frac{\lambda}{t_0} = \nu \lambda.$$

**16.5 Nel caso di onde che si propagano sulla superficie dell'acqua, spiegano il concetto di fronte d'onda e di raggio:**

La linea sulla quale giace una cresta si chiama fronte d'onda. Su di un piano, per un'onda generata da una sorgente puntiforme nel piano, i fronti d'onda sono circonferenze concentriche. Il raggio è la perpendicolare ai fronti d'onda.

**16.6 Descrivono il fenomeno della riflessione:**

L'onda si riflette sul confine del mezzo nel quale si propaga. Vale la legge di riflessione – l'angolo d'incidenza e l'angolo di riflessione sono uguali tra loro.

**16.7 Descrivono il fenomeno della rifrazione:**

Al passaggio da un mezzo di propagazione ad un altro, avente caratteristiche diverse, la velocità dell'onda cambia e varia la lunghezza d'onda; nel caso di un raggio che incida obliquamente sulla superficie di separazione tra i due mezzi, la direzione di propagazione dell'onda cambia ma la sua frequenza rimane uguale.

**16.8 Osservano e sanno descrivere la diffrazione:**

La diffrazione è un fenomeno associato alla deviazione della direzione di propagazione delle onde quando queste incontrano un ostacolo sul loro cammino.

**16.9 Osservano e sanno descrivere l'interferenza delle onde:**

Onde che si intersecano, si sovrappongono tra loro, dando origine a un'onda la cui ampiezza, in un dato punto, è la somma vettoriale delle ampiezze associate ad ogni singola onda di partenza.

**16.10 (E) Descrivono la polarizzazione delle onde.**

**16.11 Spiegano la formazione e le proprietà dell'onda stazionaria ed i concetti di ventre e nodo:**

In seguito alla riflessione di un'onda all'estremo di una corda, l'onda incidente e quella riflessa si sovrappongono, interferendo tra loro. In alcuni punti l'onda si rafforza, in altri si indebolisce. Per determinate frequenze si forma un'onda stazionaria. I punti dove le onde si annullano vengono chiamati nodi, i punti per cui risulta massima l'ampiezza di oscillazione si dicono ventri. La distanza tra due nodi o due ventri adiacenti corrisponde a metà lunghezza d'onda.

**16.12 Rappresentano qualitativamente le modalità di oscillazione di un'onda e di un'onda stazionaria, utilizzando una successione d'immagini.**

**16.13 Scrivono e sanno utilizzare la condizione per i modi normali di oscillazione di una**

$$l = \frac{N\lambda}{2}$$

**corda:**

**16.14 Collegano la velocità dell'onda su una corda con la tensione della corda:**

$$c = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

*Raccomandazione: La relazione dev'essere scoperta in maniera sperimentale.*

**16.15 Spiegano la formazione di frange d'interferenza nel caso di due sorgenti coerenti puntiformi:**

Se in un punto si sovrappongono due o più onde, gli spostamenti, in questo punto, si sommano vettorialmente. Nell'interferenza di due onde coerenti, aventi la stessa lunghezza d'onda e la stessa ampiezza, in certi punti l'onda si rafforza, in altri s'indebolisce o si annulla completamente.

**16.16 Sanno determinare le posizioni su uno schermo delle frange chiare di interferenza di due onde generate da due sorgenti coerenti puntiformi:**

$$\sin\alpha = \frac{N\lambda}{d}$$

**16.17 Descrivono il suono come onda longitudinale e conoscono la velocità del suono nell'aria a temperatura ambiente.**

**16.18 (E) Conoscono la definizione di spettro energetico dell'onda e distinguono tra tono, suono e fruscio.**

**16.19 Descrivono qualitativamente l'effetto Doppler per il suono:**

Quando la sorgente si muove, la lunghezza d'onda del suono emesso si accorcia nella direzione del moto e si allunga in direzione opposta. Un osservatore fermo, percepisce un suono con frequenza maggiore o minore in funzione della sua posizione rispetto alla sorgente. Se un

osservatore si muove rispetto ad una sorgente ferma, la frequenza percepita cambia: risulta aumentare in fase di avvicinamento alla sorgente, diminuire se in allontanamento dalla sorgente.

**16.20 Utilizzano le equazioni per l'effetto Doppler:**

$$v = v_0 \left(1 \pm \frac{v}{c}\right), \quad v = \frac{v_0}{\left(1 \pm \frac{v}{c}\right)}$$

**16.21 Determinano l'angolo di apertura del cono di Mach.**

**16.22 (E) Conoscono la definizione di densità di flusso energetico e sanno ricercare i dati del limite uditivo e visivo.**

**16.23 (E) Utilizzano l'equazione per la densità di flusso energetico per un'onda e per una sorgente isotropa.**

## **17. Luce (6 CG e 2 EL)**

Gli allievi:

**17.1 Elencano i fenomeni alla base del modello ondulatorio della luce:**

Diffrazione della luce da una fenditura, interferenza attraverso un reticolo. Spettro della luce attraverso un reticolo di diffrazione.

**17.2 Elencano e denominano le zone dello spettro della radiazione elettromagnetica.**

**17.3 Ripetono e sanno utilizzare la legge di riflessione:**

Gli allievi sanno che l'angolo di incidenza e l'angolo di riflessione, misurati rispetto alla normale alla superficie, sono uguali.

**17.4 Conoscono la definizione dell'indice di rifrazione, scrivono la legge di Snell e la sanno utilizzare:**

$$n = \frac{c}{v}, \quad \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$$

**17.5 Spiegano il fenomeno della riflessione totale e ne forniscono un esempio:**

Gli allievi sanno che la riflessione totale si verifica quando, al passaggio della luce da un mezzo in cui la sua velocità è minore ad un mezzo in cui la sua velocità è maggiore, l'angolo di incidenza raggiunge un valore limite.

**17.6 Spiegano l'interferenza della luce monocromatica e della luce bianca al passaggio attraverso due fenditure strette e attraverso un reticolo di diffrazione.**

**17.7 Osservano il processo di formazione delle immagini attraverso la lente, lo specchio curvo, lo specchio piano, e studiano le proprietà delle immagini. Disegnano i raggi ottici nei vari casi.**

Spiegano, in termini semplici, il funzionamento della macchina fotografica e dell'occhio umano.

**17.8 Osservano le formazioni delle immagini attraverso la lente e spiegano il suo utilizzo, definiscono l'ingrandimento e lo calcolano.**

**17.9 Mediante il reticolo di diffrazione, calcolano la lunghezza d'onda della luce. Osservano lo spettro della luce bianca, le linee di emissione dei gas, lo spettro del laser e lo spettro dei diodi luminosi.**

**17.10 Mediante le equazioni per i sistemi ottici, determinano i punti coniugati e le dimensioni delle immagini di oggetti, formate da lenti e da specchi piani e sferici:**

$$\frac{p}{a} = \frac{s}{b} \quad , \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} .$$

**17.11 (E) Spiegano l'utilizzo delle lenti per la correzione della vista.**

[Collegamento interdisciplinare con la biologia – funzionamento dell'occhio, ruolo delle lenti per la correzione della vista.]

**17.12 Dalla potenza irradiata da una sorgente isotropica puntiforme, determinano la densità del flusso di energia alla distanza data:**

$$j = \frac{P}{4\pi r^2} .$$

**17.13 (E) Scrivono ed utilizzano la relazione tra la densità del flusso luminoso e la luminosità della superficie sulla quale incide:**

$$j' = j \cos \delta$$

## **18. Atomo (4 CG)**

Gli allievi:

**18.1 Conoscono la struttura dell'atomo, sanno trovare i valori della carica e della massa dell'elettrone e, consultando la tavola periodica degli elementi, sanno ricavare la massa dei nuclei atomici.**

**18.2 Descrivono l'effetto fotoelettrico su una superficie di zinco e su una fotocellula, e descrivono qualitativamente la natura corpuscolare della luce:**

Gli allievi sanno che, nell'effetto fotoelettrico, l'energia cinetica degli elettroni estratti non dipende dalla densità del flusso della luce incidente ma dalla sua lunghezza d'onda. L'energia del fotone è  $W_f = h\nu$ .

**18.3 Nell'effetto fotoelettrico utilizzano la relazione tra  $W_f$ ,  $A_i$  e  $W_k$ :**

*Gli allievi sanno che nell'effetto fotoelettrico viene assorbito un fotone e la sua energia viene ceduta ad un elettrone. Sanno collegare  $A_i$  e  $\nu_m$ , dove  $\nu_m$  è la frequenza limite.*

**18.4 Descrivono qualitativamente la formazione degli spettri di emissione e di assorbimento nei gas.**

**18.5 Descrivono i livelli energetici degli atomi:**

Gli allievi sanno che l'energia dell'atomo può assumere solo certi valori discreti.

[Collegamento interdisciplinare con la chimica – accordare i concetti; gli allievi collegano le conoscenze di entrambe le materie.]

**18.6 Scrivono le frequenze della luce emessa e di quella assorbita nel passaggio da un livello energetico ad un altro:**

Sanno utilizzare l'equazione  $\Delta W = h\nu$ .

**18.7 (E) Spiegano il funzionamento del tubo radiogeno.**

**18.8 (E) Collegano l'energia dell'elettrone e l'energia del fotone che vengono irradiati dall'anodo in un tubo radiogeno.**

**18.9 (E) Disegnano e spiegano la parte discreta e continua dello spettro dei raggi X.**

**18.10 (E) Scrivono ed utilizzano l'equazione per il limite dello spettro dei raggi X.**

**18.11 (E) Spiegano l'eccitazione degli atomi per urto.**

**19. Semiconduttori – argomento opzionale**

Gli allievi:

**19.1 (E) Distinguono tra conduttori, isolanti e semiconduttori.**

**19.2 (E) Spiegano le proprietà dei semiconduttori.**

**19.3 (E) Spiegano qualitativamente l'influenza della temperatura e della luce sulla resistenza specifica di un semiconduttore.**

**19.4 (E) Spiegano e disegnano la caratteristica di un diodo semiconduttore.**

**19.5 (E) Descrivono le proprietà di un fotodiodo.**

**19.6 (E) Apprendono il funzionamento e l'utilizzo delle cellule solari.**

## 20. Nucleo atomico (5 CG)

Gli allievi:

**20.1** Descrivono la struttura del nucleo, conoscono la carica e la massa dei nucleoni e sanno ricercare i loro valori.

**20.2** Sanno il valore approssimativo delle dimensioni del nucleo.

**20.3** Conoscono la definizione di numero di massa e di numero atomico, e spiegano cos'è un isotopo:

Sanno determinare il numero di massa ed il numero atomico in casi concreti.

**20.4** Spiegano dal punto di vista energetico il difetto di massa e l'energia di legame di un nucleo:

Sanno utilizzare l'equazione  $W = \Delta mc^2$ .

**20.5** *Spiegano il concetto di energia specifica di legame e lo collegano al difetto di massa: L'energia di legame per nucleone è l'energia necessaria per estrarre un nucleone dal nucleo ed è quindi la misura della stabilità del nucleo.*

**20.6** Descrivono il decadimento alfa, beta e gamma ed in base al sistema periodico prevedono i prodotti di decadimento.

**20.7 (E)** *Descrivono l'esperimento con il quale è possibile verificare la tipologia di decadimento di un campione radioattivo.*

**20.8** Descrivono qualitativamente la fissione e la fusione dei nuclei.

**20.9** *Spiegano la struttura ed il funzionamento di un reattore nucleare e spiegano come si produce l'energia elettrica in una centrale nucleare.*

**20.10 (E)** *Apprendono il principio di funzionamento di un reattore a fusione e l'odierno livello di sviluppo della tecnologia di fusione.*

**20.11** *Con un bilancio energetico determinano il tipo di reazione:*

*Nelle reazioni nucleari la massa finale dei prodotti di reazione è diversa dalla massa iniziale dei reagenti. La differenza si manifesta in una emissione o un assorbimento di energia (reazioni esotermiche ed endotermiche).*

**20.12 (E)** *Descrivono il funzionamento di una camera a ionizzazione:*

*Sanno che le particelle possono essere rivelate grazie al loro potere ionizzante sul gas contenuto nella camera.*

**20.13 Utilizzano le equazioni per il decadimento radioattivo e l'attività radioattiva, spiegano il significato del tempo di dimezzamento e della costante di decadimento:**

$$N = N_0 2^{-\frac{t}{\tau_{1/2}}} = N_0 e^{-\lambda t} \qquad A = -\frac{\Delta N}{\Delta t} = N\lambda$$

**20.14 Utilizzano le leggi di conservazione nelle reazioni nucleari e calcolano l'energia.**

**20.15 Scrivono o completano la reazione nucleare data con l'utilizzo del sistema periodico degli elementi.**

## **21. Astronomia (3 CG)**

Gli allievi:

**21.1 Descrivono il nostro sistema solare, la sua posizione e grandezza rispetto alla galassia.**

**21.2 Descrivono i processi, che avvengono all'interno del Sole:**

Gli allievi sanno che nel Sole avvengono reazioni di fusione nucleare con conseguente emissione di energia di legame.

**21.3 (E) Descrivono le classi spettrali delle stelle e conoscono il significato dell'analisi spettrale della luce emessa dalle stelle.**

**21.4 Descrivono i principali corpi celesti: i pianeti ed i satelliti, le stelle, gli ammassi stellari e le galassie.**

**21.5 (E) Descrivono l'evoluzione delle stelle, delle galassie e del cosmo.**

**21.6 (E) Descrivono la misurazione delle distanze stellari con il metodo della parallasse e spiegano i limiti di questo metodo.**

**21.7 Calcolano la massa del Sole e la temperatura della sua superficie con i dati ottenuti dalle osservazioni astronomiche.**

**21.8 (E) Descrivono la parte visibile dello spettro della radiazione solare e la collegano alla radiazione del corpo nero e spiegano l'esistenza ed il significato dello spettro d'assorbimento.**

**21.9 (E) Descrivono la relazione tra il colore delle stelle e la loro temperatura (legge di Wien).**

## **22. Teoria della relatività – argomento opzionale**

Gli allievi:

**22.1 (E) Descrivono la misurazione della velocità della luce.**

**22.2 (E) Sanno che la velocità della luce nel vuoto è uguale per tutti i sistemi di riferimento.**

**22.3 (E) Spiegano la dilatazione relativistica del tempo e la contrazione delle lunghezze.**

**22.4 (E) Scrivono il quadrimpulso e l'espressione dell'energia relativistica totale delle particelle.**

**22.5 (E) Scrivono l'espressione per l'energia cinetica relativistica di una particella.**

## FISICA COME MATERIA OPZIONALE

Il programma del ginnasio garantisce la possibilità di scelta di fisica come materia opzionale. Fisica come materia opzionale, nell'ambito delle ore previste per le materie elettive, può venir offerta dalla scuola, al 3° anno, in modo da offrire agli allievi che nutrono un particolare interesse per la scienza e la tecnologia la possibilità di venire a contatto con la materia.

La maggior parte dei contenuti e degli obiettivi della fisica come materia opzionale sono presenti nel piano di lavoro in questione, tra i contenuti opzionali contrassegnati con la lettera (E). Questi contenuti possono essere inclusi nel processo formativo in base agli interessi degli allievi, al loro orientamento formativo e professionale o in collegamento con le istituzioni ed organizzazioni locali. L'insegnante, è libero di scegliere anche altri contenuti e indirizzare il processo formativo verso contenuti legati alla vita quotidiana, alle le tecnologie moderne, strettamente legate alla fisica, alla risoluzione di problemi considerati attuali, come quelli collegati all'ambiente e all'energia.

**Per questa materia è necessario dare rilievo ai progetti e alle esercitazioni di laboratorio svolte dagli allievi. È auspicabile che i progetti siano impostati in maniera interdisciplinare. Per l'esecuzione è raccomandabile includere:**

- l'uso del computer con un'interfaccia munita di sensori come sistema di misurazione per l'acquisizione e l'elaborazione dei dati e come strumento di analisi e rappresentazione delle misurazioni; **i ginnasi sono già dotati degli strumenti di misura basilari;**
- lo studio dei cambiamenti climatici;
- l'utilizzo di programmi informatici per le simulazioni e le animazioni interattive di fisica;
- l'esecuzione individuale o in gruppo di progetti e di lavori di ricerca;
- osservazioni e misurazioni in contesto reale, nell'ambito di esercitazioni sul campo;
- la visita di centri scientifici, di musei tecnici, del planetario, del reattore nucleare, degli osservatori astronomici;
- la preparazione di giornate scientifiche o di progetti settimanali per gli allievi dei primi anni.

**A causa del rilievo degli esperimenti di laboratorio e del lavoro progettuale il processo formativo deve essere svolto in gruppi formati da un massimo di 17 allievi. Si consiglia di prevedere 20 ore per gli esperimenti in laboratorio durante i quali è necessaria la presenza dell'assistente di laboratorio.**

Il piano di lavoro dettagliato per l'esecuzione della materia opzionale va predisposto dal collegio dei professori. Il programma è impostato in modo da lasciare ampia scelta e autonomia ai docenti poiché l'attrezzatura di laboratorio e la possibilità di utilizzo delle aule specializzate varia da scuola a scuola.

## PROGRAMMA DI MATURITÀ DI FISICA – 4° anno (105 ore + 35 ore)

**Tale materia viene solitamente scelta dagli allievi che si preparano per la maturità ma può essere scelta anche da altri allievi.**

Distribuzione delle 140 ore di fisica nel 4° anno:

70 ore – \*\* studio delle conoscenze specifiche (CS);

20 ore – esperimenti di laboratorio nei quali gli allievi si suddividono in gruppi di massimo 17 allievi;

35 ore – approfondimento e ripetizione;

15 ore – verifiche, valutazioni, analisi dei compiti scritti, attribuzione dei voti.

\* Il docente, a sua discrezione o in base all'interesse degli allievi, sceglie un minimo di due o un massimo di tre dei cinque capitoli elementari della fisica: **meccanica** (contenuti 1, 2, 3, 4.1–4.4, 5 e 7), il **calore** (contenuti 7, 9 e 10), l'**elettricità e il magnetismo** (contenuti 11, 12, 13 e 14), **oscillazioni, onde e ottica** (contenuti 15, 16 e 17), la **fisica moderna** (contenuti 18, 20, 21 e gravitazione 4.4–4.9). Per quanto riguarda i contenuti opzionali l'insegnante riprende tutte le conoscenze generiche apprese nei primi tre anni e le eventuali conoscenze specifiche, che aggiorna con tutte le conoscenze specifiche dei capitoli elementari. In base alla propria discrezione può trattare anche i contenuti opzionali.

\* **Oltre ai capitoli scelti, nel 4° anno è necessario trattare anche le conoscenze specifiche dei seguenti contenuti:**

- il momento;
- i principi di conservazione della quantità di moto
- le macchine termiche.

Se i contenuti sopracitati non fanno parte dei capitoli scelti è necessario includerli in modo sensato negli stessi, ad esempio il momento può essere trattato in concomitanza al momento magnetico, le macchine termiche, invece, in relazione alla centrale nucleare e così via.

Per lo svolgimento del programma per la maturità è necessaria la presenza di un assistente di laboratorio che collabora nella preparazione degli esperimenti dimostrativi e nelle esercitazioni di laboratorio e collabora anche nella manutenzione dell'attrezzatura e nel reperimento dei materiali.

## 4 RISULTATI ATTESI / RISULTATI DOPO IL 3° ANNO DI GINNASIO

I risultati attesi scaturiscono dagli obiettivi, dai contenuti e dalle competenze scritte. L'insegnante, tramite la programmazione e nel corso del processo formativo, si impegna a garantire che l'allievo raggiunga i risultati attesi. L'allievo si impegna a conseguire i suddetti risultati mediante il proprio lavoro e sotto la propria responsabilità. **I risultati attesi sono scritti in maniera generica, ciò vuol dire che saranno conseguiti dagli allievi in diversi modi ed a livelli tassonomici differenti.**

L'allievo apprende le seguenti conoscenze dei processi, le abilità e le conoscenze dei contenuti:

### 4.1 Conoscenze dei processi e abilità

#### 1. **Capacità di un ragionamento complesso:**

In fisica significa soprattutto: un'osservazione ponderata, il ragionamento, la generalizzazione, l'interpretazione e la valutazione, la modellizzazione, la risoluzione autonoma dei problemi ecc. Capacità importanti apprese dagli allievi in fisica sono pure il pensiero critico, il pensiero creativo e la capacità di iniziativa e decisionale.

#### 2. **Padronanza delle abilità elementari nella sperimentazione:**

- garantire l'ordine della postazione di lavoro e la sicurezza;
- programmare esperimenti semplici ed eseguirli autonomamente (ideazione e disegno dell'esperimento, scelta dell'attrezzatura e dei materiali, esecuzione dell'esperimento), creare e testare attrezzature semplici;
- utilizzare gli strumenti di misura elementari (seguire le istruzioni, lettura dei valori, precisione della misurazione);
- scrivere i dati nelle tabelle in maniera ordinata;
- valutare l'attendibilità ed il significato dei dati raccolti;
- utilizzare le equazioni che esprimono leggi fisiche e calcolare le grandezze coinvolte;
- usare disegni schematici per rappresentare gli esperimenti o i fenomeni;
- rappresentare graficamente le relazioni tra le grandezze fisiche;
- comprendere il processo da seguire nell'indagine sperimentale per ricavare le relazioni tra le grandezze in gioco: individuare la dipendenza di una grandezza in funzione di un'altra, assumendo le altre come costanti;
- impiegare gli strumenti informatici nell'acquisizione dei dati tramite diversi sensori; utilizzare software per la rappresentazione dei dati in tabelle, per il disegno di grafici e per la loro analisi.

#### 3. **Ricerca, elaborazione e valutazione dei dati da diverse fonti:**

- utilizzo delle TIC per la ricerca, la raccolta e la rappresentazione delle informazioni;
- apprendimento programmato dei metodi di ricerca, elaborazione e valutazione dei dati;
- capacità di valutazione delle informazioni per stabilire se sono necessarie ed attendibili.

#### 4. **Capacità di presentare un progetto, una ricerca semplice ed esprimere idee proprie:**

- spiegare i fenomeni attraverso le conoscenze fisiche apprese nel corso del processo formativo o in autonomia;
- utilizzare gli strumenti di comunicazione specifici della fisica, della scienza e della matematica (simboli, tabelle, grafici, equazioni, bozze, disegni);
- riferire i ragionamenti argomentandoli;
- preparare ed eseguire gli esperimenti e presentarne i risultati;
- utilizzare in maniere efficaci le TIC moderne (utilizzo degli strumenti, utilizzo del web, utilizzo dei programmi informatici di elaborazione dei testi, dei grafici, creazione di diapositive, ecc.)

**5. Capacità di svolgere compiti diversi nel lavoro di squadra, in progetti o in altri lavori di gruppo.**

**6. Imparare a studiare – programmazione e capacità nello studio autonomo:**

sviluppo di strategie di apprendimento e studio continuativo, sviluppo delle abitudini lavorative, programmazione delle proprie attività, ricerca delle fonti con l'uso delle TIC; sviluppare la consapevolezza delle proprie conoscenze e la capacità di autovalutazione, ecc.

## **4.2 Conoscenze dei contenuti**

L'allievo conosce e comprende:

- le grandezze fisiche fondamentali e le relative unità di misura nel Sistema Internazionale;
- il metodo scientifico dello studio dei fenomeni naturali;
- la descrizione del moto rettilineo e le proprietà principali del moto curvilineo, anche attraverso rappresentazioni grafiche;
- le grandezze vettoriali e il calcolo vettoriale;
- le leggi di Newton e la legge di gravità;
- le grandezze fisiche di lavoro, potenza ed energia;
- la descrizione microscopica della materia;
- le grandezze fisiche di temperatura, calore ed energia interna;
- il primo principio della termodinamica;
- i principi di conservazione della massa, dell'energia e della carica;
- la carica elettrica ed il campo elettrico;
- i circuiti elettrici semplici;
- le proprietà fondamentali del campo magnetico;
- l'induzione;
- le leggi e le proprietà fondamentali delle oscillazioni, delle onde e, in particolare, della radiazione elettromagnetica;
- le zone dello spettro della radiazione elettromagnetica;
- le proprietà principali del suono;
- la natura ondulatoria della luce, la luce come forma di energia ed i sistemi ottici principali;
- la struttura elementare e le proprietà dell'atomo;
- la struttura elementare del nucleo e la carica e la massa dei nucleoni;
- il difetto di massa dal punto di vista dell'energia;

- i decadimenti radioattivi;
- la fissione e la fusione dei nuclei ed il principio di funzionamento del reattore nucleare;
- il sistema solare ed i processi fondamentali che avvengono nel Sole;
- le caratteristiche dei corpi celesti più importanti.

### **4.3 Formazione della propria relazione nei confronti dell'ambiente**

Nel processo formativo specifico dello studio della fisica, l'allievo sviluppa una relazione rispettosa e responsabile nei confronti della natura, la consapevolezza del collegamento tra l'individuo, la società e la natura stessa e la coscienza della responsabilità individuale per il mantenimento della vita sulla Terra.

Lo studio della fisica fornisce agli allievi le conoscenze e le abilità necessarie per:

- la protezione dell'ambiente, l'uso ragionevole delle risorse e la corretta relazione tra l'uomo e l'ambiente;
- la comprensione dei fenomeni naturali che regolano tutti i processi della vita quotidiana, in modo tale da non lasciare spazio alla superstizione;
- la consapevolezza di come le scienze naturali e lo sviluppo tecnologico influiscano sull'ambiente e sulle condizioni di vita, aiutando l'uomo nella risoluzione dei problemi attuali come, ad esempio, quelli legati all'energia, all'acqua potabile, al cibo, alla salute ecc.

## 5 COLLEGAMENTI INTERDISCIPLINARI

Lo scopo dei collegamenti interdisciplinari è favorire la trasmissibilità delle conoscenze in modo da creare condizioni migliori per la comprensione, consentirne un maggior utilizzo ed agevolare l'espressione della creatività in tutte le discipline.

Il collegamento interdisciplinare implica la ricerca di connessioni tra le diverse discipline, il confronto tra gli insegnanti di diverse materie, una programmazione che preveda la trattazione di contenuti comuni, lo scambio di materiale didattico, la condivisione di un progetto settimanale ecc.

I collegamenti interdisciplinari possono essere svolti durante il processo formativo a diversi livelli:

- **a livello dei contenuti**, ad esempio mediante la risoluzione di problemi interdisciplinari;
- **a livello delle conoscenze dei processi**, tramite lo studio e l'utilizzo delle conoscenze dei processi (ad es. sperimentazione, risoluzione dei problemi, ricerca delle fonti, elaborazione di uno schema, lavoro di gruppo);
- **a livello concettuale**, attraverso la comprensione dei concetti comuni alla scienza, alla matematica, alla tecnica, alle scienze sociali, umanistiche ed artistiche.

**Le proposte concrete per i collegamenti interdisciplinari sono scritte tra parentesi quadre nel terzo capitolo Obiettivi e contenuti. I collegamenti interdisciplinari sono descritti anche nei piani di lavoro delle altre materie, pertanto i docenti programmano insieme la trattazione dei contenuti proposti.**

## 6 RACCOMANDAZIONI DIDATTICHE

### ***Esecuzione del programma della materia***

Le raccomandazioni fondamentali per l'esecuzione del programma della materia sono riportate all'inizio del terzo capitolo Obiettivi e contenuti.

A causa della specificità della materia sono possibili differenze parziali tra la programmazione dei contenuti ed il reale svolgimento delle lezioni. I motivi sono i seguenti: lezioni interattive, approfondimento dei contenuti non compresi ed ulteriori spiegazioni degli argomenti i più complessi, molteplici attività e modalità di lavoro, esperimenti in laboratorio, esercizi sul campo, discussione di argomenti di attualità scientifica rilevanti durante la lezione (fenomeni celesti, episodi meteorologici straordinari, rilevanti scoperte tecnologiche, esplorazioni spaziali) ecc.

Le lezioni di fisica devono partire dal trattamento qualitativo dei contenuti, con l'obiettivo della comprensione delle leggi fisiche fondamentali e dei concetti ad esse inerenti. Le lezioni devono essere corredate da esperimenti dimostrativi ed esercitazioni di laboratorio svolti dagli allievi. Gli esercizi sulle conoscenze generiche non devono sovrastare i contenuti descritti negli obiettivi. È necessario limitare lo studio mnemonico. In determinati casi è consigliato semplificare i contenuti ma pretendere la comprensione e l'utilizzo delle conoscenze apprese.

Oltre alle conoscenze dei contenuti è necessario sottolineare l'importanza delle conoscenze dei processi e le abilità, descritte nel quarto capitolo Risultati attesi.

Tenendo conto dei diversi interessi e delle diverse capacità degli allievi, le lezioni - per quanto riguarda le forme attive ed i metodi - dovrebbero essere differenziate in modo che gli allievi, individualmente o in gruppo, risolvano a proprio piacere esercizi di difficoltà diverse, prevedendo che gli esercizi più difficili possano stimolare anche gli allievi più capaci.

**Le conoscenze generiche e le conoscenze specifiche** sono descritte nel piano di lavoro in maniera più esaustiva, perciò sono riportate anche le equazioni che gli allievi devono conoscere e comprendere.

Nello svolgimento delle lezioni è necessario utilizzare anche forme e metodi moderni di lavoro, come ad esempio il lavoro individuale ed il lavoro di gruppo, il *problem solving*, la realizzazione di un progetto, esperimenti di laboratorio moderni, misurazioni supportate dall'utilizzo di computer, esperimenti in condizioni di realtà, verifica e valutazione di conoscenze avanzate (esercizi volti a verificare la comprensione dei concetti) ecc. In diversi ginnasi questo tipo di lezioni vengono già svolte, le proposte concrete verranno presentate anche nell'ambito dell'introduzione del piano di lavoro aggiornato.

### ***Esercitazioni di laboratorio***

Nei programmi per il ginnasio generale, dove sono previste 210 ore di fisica, si eseguono 30 ore di esercitazioni di laboratorio nei primi tre anni, dove le classi si suddividono in gruppi con un

massimo di 17 allievi. Nel primo, nel secondo e nel terzo anno è necessario svolgere 10 ore di esercitazioni di laboratorio all'anno, nel quarto invece 20 ore.

Gli esperimenti di laboratorio tradizionali vanno gradualmente sostituiti con quelli più moderni, i cui obiettivi importanti sono: sviluppo dell'osservazione autonoma, del ragionamento, della deduzione e della capacità di ricerca, dell'apprendimento di nuove conoscenze, comprensione dei contenuti fisici, memorizzazione agevolata, utilizzo di moderni strumenti di misura ecc. È auspicabile che gli allievi eseguano le esercitazioni di laboratorio a diversi livelli di difficoltà.

Per lo svolgimento delle lezioni e delle attività di laboratorio è necessaria la presenza di un assistente di laboratorio che collabora nella preparazione degli esperimenti dimostrativi e delle esercitazioni, nella loro esecuzione e nella manutenzione delle attrezzature, nonché nel reperimento dei materiali.

### ***Argomenti opzionali (collegati alla vita quotidiana, educazione duratura ecc.)***

Gli argomenti opzionali non rientrano nelle conoscenze obbligatorie, gli insegnanti possono includerli nelle lezioni a propria discrezione, in base all'interesse degli allievi e all'indirizzo scolastico.

I contenuti proposti sono inclusi nel terzo capitolo del piano di lavoro e sono contrassegnati con la lettera **(E)**.

Nel lavoro opzionale gli insegnanti hanno la possibilità di scegliere ulteriori temi e indirizzare le lezioni in modo da collegarle alla vita quotidiana, alla risoluzione di problemi attuali, come quelli riguardanti l'ambiente e l'energia, e ai modi con i quali prevenire conseguenze negative. **Le tematiche possono riguardare il traffico, l'energia e le fonti rinnovabili, l'ecologia, la fisiologia, l'acustica, l'astronomia ma anche il meteo, la fisica nella medicina, l'archeologia, la biofisica, la fisica nucleare ed il suo utilizzo (diagnostica e terapie, energia, ricerche), rischi, conseguenze ecc.** Gli insegnanti possono includere, a titolo di curiosità, le scoperte moderne dell'astrofisica come le pulsar, i buchi neri, le quasar, la materia oscura, l'energia oscura, i gas e la polvere interstellare, le galassie, nonché l'interessante principio di funzionamento del reattore a fusione e simili. Possono scegliere anche tematiche inerenti allo sviluppo storico delle concezioni fisiche e alla loro influenza sulla società e concernenti le questioni tecnologiche, sociali, etiche e filosofiche.

### ***Metodo scientifico sullo studio dei fenomeni naturali***

(viene trattato tutto il 1° anno, raccomandazione: 2 ore EL)

Gli allievi:

- utilizzano e comprendono i termini di definizione, di principio, di legge, di teoria, della scrittura matematica, del modello, della modellizzazione;
- conoscono gli aspetti principali del metodo scientifico:
  - osservazione dei fenomeni naturali e formulazione dei modelli che meglio descrivono i fenomeni,

- descrizione dei fenomeni con un linguaggio matematico,
- verifica delle previsioni teoriche mediante esperimenti,
- strategia in base alla quale le assunzioni, confermate dagli esperimenti, sono accettate come leggi e inserite a far parte della teoria;
- analizzano i fenomeni fisici semplici e propongono gli esperimenti con cui verificare la validità di un'affermazione.

Allo stesso tempo si porta all'attenzione degli allievi quanto segue:

- Con la ricerca sistematica la scienza ha ottenuto risultati enormi nel campo delle scoperte tecnologiche (computer, telecomunicazioni, sistemi di misurazione, traffico, ricerca spaziale), nella medicina, nella protezione dell'ambiente ecc.
- Tuttavia circolano ancora convinzioni e superstizioni, diffuse dalle pseudoscienze, che spesso partendo da scoperte scientifiche, traggono conclusioni che non derivano in alcun modo dall'applicazione del metodo scientifico. I fenomeni solitamente menzionati non sono né ripetibili né verificabili sperimentalmente.
- Le caratteristiche essenziali delle teorie scientifiche sono le seguenti: le conoscenze scientifiche sono verificabili, esplicative e hanno potere predittivo. Gli esperimenti, volti a verificare un'ipotesi scientifica, devono essere ripetibili.

### ***Progetti brevi***

Nell'ambito dei contenuti opzionali l'insegnante (o gli allievi) possono scegliere di portare a termine dei progetti semplici. Gli allievi, dopo le lezioni, eseguono in gruppo brevi progetti (circa 4 ore). Il gruppo riceve un foglio di lavoro con il compito prestabilito, la descrizione delle basi teoriche e le istruzioni per lo svolgimento del compito.

È auspicabile che parte del lavoro (esperimento svolto a casa, preparazione della presentazione e simili) sia effettuato anche al di fuori dell'orario scolastico.

Gli allievi espongono i propri lavori mediante una presentazione di cinque o dieci minuti (individualmente o tramite i rappresentanti di gruppo). Durante la presentazione gli altri allievi annotano le considerazioni più importanti. La spiegazione delle parti più complesse viene completata dall'insegnante. Le attività sono oggetto di valutazione delle conoscenze.

Alcune proposte per i progetti: esperimenti semplici e/o problemi, esperimenti casalinghi, spiegazioni di »come funziona«, preparazione e presentazione di esperimenti con l'uso dell'attrezzatura scolastica, ricerca delle informazioni nel web e nella letteratura ecc.

Proposte concrete ed esempi di progetti saranno presentati agli insegnanti nell'ambito delle conferenze o saranno disponibili in versione digitale sulle pagine istituzionali riguardanti la formazione e l'istruzione professionale degli insegnanti.

### ***Utilizzo delle tecnologie d'informazione e comunicazione (TIC)***

Le lezioni di fisica devono essere completate e diversificate con l'uso delle tecnologie digitali. È sicuramente possibile utilizzare il web come fonte di informazioni e di materiali didattici. Molto importante è anche l'acquisizione digitale dei dati, in quanto questa tecnica è utilizzata in tutti i campi sperimentali. Nelle lezioni di fisica si utilizza il computer collegato tramite un'interfaccia ad una serie di sensori, come sistema di misurazione per la raccolta, l'elaborazione e l'analisi dei dati e la presentazione dei risultati. **I ginnasi sono già forniti dell'attrezzatura di misurazione elementare.**

Le simulazioni e le animazioni sono un utile complemento alle lezioni di fisica, specie quando la natura del fenomeno è tale da non poterlo mostrare con un adeguato esperimento. È necessario far attenzione a due fattori: sul mercato vi sono numerose simulazioni e animazioni che però risultano mal progettate o addirittura fisicamente errate. Gli insegnanti devono essere critici rispetto a tali materiali didattici e scegliere quelli verificati. Una simulazione al computer, per quanto buona, non produce un effetto didattico e motivazionale paragonabile a quello ottenuto con un esperimento svolto direttamente dall'allievo o mostrato dall'insegnante (fermo restando che sia eseguito correttamente – vedi i suggerimenti per lo svolgimento degli esperimenti).

### ***Alcuni suggerimenti per l'esecuzione degli esperimenti dimostrativi***

- Gli esperimenti devono essere il filo conduttore delle lezioni di fisica.
- Bisogna rendersi conto che l'esperimento proposto solitamente rappresenta una novità assoluta per gli allievi. L'insegnante si auspica che il fenomeno fisico venga compreso. È necessario quindi dedicare un tempo sufficiente alla spiegazione dell'esperimento prima di metterlo in pratica. La spiegazione viene corredata da un'immagine chiara dell'esperimento con la descrizione dei passaggi che saranno successivamente svolti. In questo caso la ripetizione non è da escludersi.
- L'effetto dell'esperimento è proporzionale all'angolo visivo occupato dall'apparato sperimentale. Occorre prestare attenzione alla grandezza delle componenti e alla chiarezza dei simboli e, se necessario, usare un videoproiettore. Prima di svolgere l'esperimento si consiglia di andare nell'ultima fila per verificare da lontano la visuale degli allievi.
- Le caratteristiche più apprezzabili di un esperimento sono la semplicità e la facilità di esecuzione. L'esperimento deve essere maggiormente comprensibile del concetto e del fenomeno che vuole descrivere.
- L'esperimento dev'essere mostrato con la giusta tempistica: se effettuato troppo presto, la classe potrà risultare impreparata, se troppo tardi (o dopo una introduzione eccessivamente lunga), l'effetto potrà essere minore.
- È utile richiedere l'assistenza degli allievi nell'esecuzione degli esperimenti. Con ciò si ottiene la loro attenzione e allo stesso tempo l'insegnante ha la possibilità di spiegare l'esperimento.
- L'esperimento dimostrativo aiuta a rendere la lezione più partecipata se viene eseguito in maniera interattiva. Ad esempio: si prevede cosa succederà, si osserva l'esperimento, si spiegano i fenomeni.
- In ogni esperimento è fondamentale l'interpretazione qualitativa del fenomeno osservato. Per gli esperimenti dimostrativi non è sempre necessario eseguire misurazioni precise. È più importante invece porre l'attenzione sull'osservazione dei fenomeni ed il riconoscimento delle relazioni qualitative o semi quantitative tra le grandezze.

- Prima di ogni esperimento che preveda delle misurazioni, è necessario spiegare agli allievi la differenza tra i limiti di precisione delle misure fisiche e l'esattezza di un calcolo matematico (ciò vale specialmente per le misurazioni fatte con computer). L'allievo spesso ha la convinzione che i risultati, non coincidenti in tutte le cifre decimali, siano errati.
- Gli esperimenti previsti devono essere eseguiti tenendo conto della loro efficacia didattica e non per la mera soddisfazione dell'insegnante che li conduce.
- Non mistificare gli esperimenti! Anche se il ruolo dell'insegnante, quando mostra gli esperimenti, è in parte teatrale, il fine dell'esperimento deve essere aderente al suo scopo di ricerca e rappresentazione del fenomeno oggetto di studio.
- Non eseguire esperimenti che l'insegnante non sia in grado di gestire e di spiegare.

### ***Sulle forme attive delle lezioni***

Nella maggior parte dei ginnasi sloveni le lezioni di fisica sono frontali, la maggior parte del tempo è destinato alla spiegazione dell'insegnante. In questi casi il processo formativo si svolge in maniera unidirezionale, dall'insegnante agli allievi. È generalmente noto che questo tipo di lezioni siano meno efficaci per la comprensione dei contenuti, pertanto l'insegnante deve adottare nuove forme ed approcci che stimolino la collaborazione attiva di tutti gli allievi e deve inoltre ottimizzare il tempo dedicato al lavoro di gruppo. È auspicabile che le diverse forme attive comprendano almeno un terzo del tempo utile previsto per la materia. Proposte concrete ed esempi di lezioni attive saranno presentate agli insegnanti nell'ambito dell'introduzione del piano di lavoro aggiornato. Si elencano di seguito alcune caratteristiche comuni alle diverse forme d'insegnamento attive riguardanti la fisica.

Le forme attive d'insegnamento di fisica hanno le seguenti peculiarità:

- gli allievi collaborano attivamente per la maggior parte del tempo (sia nella discussione, sia nel ragionamento e nell'esecuzione degli esperimenti);
- gli allievi risolvono individualmente o in gruppo i problemi o eseguono gli esperimenti per i quali sono previsti almeno due livelli di difficoltà;
- tra gli allievi intercorre lo scambio di opinioni ed il confronto di rappresentazioni e idee alternative;
- l'insegnante fornisce agli allievi il feedback sul lavoro svolto e sul ragionamento;
- nelle forme attive l'insegnante non ha solamente ruolo di trasmettere le conoscenze, ma incoraggia gli allievi ad una collaborazione attiva;
- l'insegnante stimola la discussione, in special modo con domande che richiedono una previsione qualitativa e la conseguente spiegazione dei fenomeni. Il docente incoraggia la ricerca di soluzioni ed approcci alternativi. Perciò è molto importante che si dimostri neutrale nei confronti di tutte le risposte (corrette o sbagliate) e che non blocchi la discussione in corso tra gli allievi non appena qualcuno giunga a fornire la risposta corretta. Infine è importante che l'insegnante non biasimi gli allievi che forniscono una risposta errata. L'insegnante sottolinea le risposte corrette, quelle sbagliate le usa valorizzandole come esempi istruttivi.

Dalle suddette peculiarità risulta evidente che non è possibile raggiungere certi obiettivi formativi se il percorso didattico prevede unicamente la formulazione di domande, la risoluzione di esercizi alla lavagna e l'esecuzione di esperimenti dimostrativi.

L'insegnamento attivo si concilia con il ruolo di un insegnante attivo!

Il successo dell'esecuzione di forme e metodi attivi d'insegnamento dipende da molti fattori, principalmente: la formazione e l'aggiornamento dell'insegnante, la disponibilità di materiale adeguato (libri di testo, libri per l'insegnante, fogli di lavoro, esperimenti dimostrativi, supporti multimediali...), un contenuto numero di allievi per classe.

## 7 VALUTAZIONE DEI RISULTATI

Per quanto riguarda la fisica, il processo di apprendimento viene valutato in conformità ai criteri generali di valutazione delle conoscenze, nonché in base alle ricerche e ai risultati in campo pedagogico. Le conoscenze e la comprensione vengono verificate e valutate principalmente mediante prove scritte e orali. Si possono valutare anche la collaborazione attiva durante le lezioni, la presentazione delle ricerche, delle relazioni, ecc., nonché le abilità raggiunte nel lavoro sperimentale, nella risoluzione dei problemi, nello svolgimento di attività di progetto.

La valutazione ha un compito chiave nel processo di formazione e istruzione. Con la valutazione l'insegnante determina principalmente l'approccio degli allievi allo studio. Prima di scegliere i metodi e le forme delle verifiche e della valutazione è necessario stabilire:

- gli obiettivi della valutazione (motivazione, feedback delle proprie conoscenze per l'allievo, per l'insegnante ed il genitore, premio per la collaborazione nel processo formativo, misurazione dei risultati, classificazione degli allievi ...);
- l'ambito delle conoscenze e abilità che saranno valutate;
- i criteri della valutazione.

Gli obiettivi delle lezioni sono lo studio e l'apprendimento e non la misurazione delle conoscenze e l'attribuzione dei voti.

Gli allievi devono essere inclusi nel processo valutativo in modo che imparino a valutare autonomamente il proprio lavoro. Gli esercizi tradizionali di calcolo non rappresentano un misuratore valido perché solitamente non verificano il livello di comprensione dei fenomeni fisici. Le tipologie d'esercizi e di domande devono essere di vario tipo. È raccomandabile che le verifiche scritte siano progettate in modo da poter ottenere almeno un terzo dei punti previsti con quesiti nei quali non sia necessaria l'esecuzione di calcoli.

## 8 CONDIZIONI MATERIALI PER LO SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI

La scuola può eseguire il programma di fisica se ha a disposizione un'aula di fisica specializzata ed un ripostiglio per contenere l'attrezzatura necessaria.

La proposta delle normative e gli standard per lo svolgimento delle lezioni di fisica si trova alla pagina web dell'Istituto RS per l'istruzione <http://www.zrss.si/> > . . . > Materiali didattici consigliati per le superiori > Fisica.

Nelle lezioni di fisica è necessaria la presenza di un assistente di laboratorio che collabora nella preparazione degli esperimenti dimostrativi e nelle esercitazioni di laboratorio, collabora inoltre nella loro esecuzione ed è addetto alla manutenzione ed al reperimento delle attrezzature.

Nei programmi ginnasiali con 210 ore di fisica, nelle 30 ore di esercitazioni di laboratorio nei primi tre anni, gli allievi si suddividono in gruppi composti al massimo da 17 allievi. Nel primo anno si svolgono 10 ore, nel secondo 10 ore e nel terzo 10 ore.

Nel programma per la maturità (120 ore e 20 ore di esercitazioni di laboratorio) gli allievi del 4° anno si suddividono in gruppi composti al massimo da 17 allievi e svolgono 20 ore di esercitazioni di laboratorio.

## **9 COMPETENZE E PROFILO DEI DOCENTI**

I criteri per l'insegnamento della fisica nel ginnasio sono soddisfatti da chi ha conseguito le conoscenze nel campo dell'istruzione superiore in fisica mono disciplinare o bidisciplinare con un programma di studio di formazione avanzata in fisica.

I criteri per l'assistente di laboratorio per la materia di fisica nel ginnasio sono soddisfatti da chi ha le conoscenze nel campo dell'istruzione media in fisica.