

LICEO CLASSICO STATALE “L. ARIOSTO” - FERRARA

Anno scolastico 2025-2026

CLASSE e SEZIONE 3 M INDIRIZZO SCIENTIFICO

PROGRAMMAZIONE DISCIPLINARE FINALE

DISCIPLINA: FISICA

DOCENTE: Polastri Elena

LIBRI DI TESTO:

- “HUBBLE. Con gli occhi della fisica”. Volume per il 1° biennio. Autore Andrea Brognara; editore A. Mondadori Scuola
- “HUBBLE. Con gli occhi della fisica”. Seconda edizione. Volume per il 3° anno. Autore Andrea Brognara; editore A. Mondadori Scuola

EVENTUALI ALTRI STRUMENTI E MATERIALI UTILIZZATI:

- Appunti delle lezioni, dispense, schede di esercizi per il ripasso o recupero, appunti integrativi forniti dalla docente e caricati sul corso Classroom della classe.
- Video di approfondimento o spiegazione presenti in rete, i cui link sono caricati sul corso Classroom della classe.
- Materiali e strumenti presenti nel Laboratorio di Fisica.
- Uso di app open source per la simulazione di fenomeni fisici: PhET, Università del Colorado; sito di simulazioni/animazioni “Fisica a scuola” del docente Vladimír Vaščák (vascak.cz).

La presente programmazione fa riferimento a:

1. PIANO DI LAVORO PER L'INSEGNAMENTO DI FISICA delineato in forma comune dai docenti del dipartimento di Matematica, Fisica ed Informatica; ad esso si rimanda per l'articolazione di contenuti, obiettivi, attività e materiali;
2. PROGRAMMAZIONE DEL CONSIGLIO DI CLASSE definita nella riunione del 29 settembre 2025.

CONTENUTI DISTINTI PER MACROARGOMENTI E ARGOMENTI SPECIFICI

I moti nel piano

(Ripasso e approfondimento di quanto trattato al secondo anno)

Ripasso su grandezze cinematiche e moti unidimensionali. Leggi dei moti rettilineo uniforme e uniformemente accelerato. Ripasso dei problemi sui moti rettilinei: problema dell'incontro, problema della frenata con tempo di reazione, inseguimento con sorpasso, incontro di due corpi che si muovono uno con moto uniforme e l'altro con moto uniformemente accelerato; problemi sul moto uniformemente accelerato risolvibili mediante un'equazione di secondo grado.

Ripasso sui vettori: componenti cartesiane di un vettore e scrittura di un vettore mediante la scomposizione in componenti, differenza di vettori (componenti e rappresentazione grafica).
Ripasso sulla stesura di una relazione di laboratorio, su errore assoluto, errore relativo, sulla propagazione degli errori e sul grafico su carta millimetrata con barre di errori.

Moto in due dimensioni: vettore posizione, vettore spostamento; legge di composizione dei moti; equazione della traiettoria; vettori velocità media (definizione, modulo, direzione e verso), velocità istantanea (definizione e direzione), accelerazione media (definizione, modulo, direzione e verso), accelerazione istantanea (definizione) e la sua scomposizione; componenti tangenziale e normale dell'accelerazione e loro significato.

Moto parabolico: definizione e sua scomposizione in due moti unidimensionali. Le leggi del moto parabolico: leggi accelerazione-tempo, velocità-tempo, legge oraria. Equazione cartesiana della traiettoria e suo grafico come parabola con concavità rivolta verso il basso. Caratteristiche del moto parabolico: formule per il tempo per raggiungere l'altezza massima, il tempo di volo, l'altezza massima raggiunta, la gittata. Caso particolare: angolo di lancio per cui la gittata è massima e sua espressione. Moto parabolico con velocità di lancio orizzontale: leggi del moto e sue caratteristiche (formula del tempo di caduta, relazione tra altezza, velocità e gittata).

Moto circolare: definizione e introduzione alle grandezze cinematiche angolari. Posizione angolare e misura degli angoli (convenzione sul segno); definizione di radiante come unità di misura degli angoli e conversione da radianti a gradi e viceversa, tabella con le misure degli angoli fondamentali in gradi e in radianti. Lo spostamento angolare, la velocità angolare (definizione e unità di misura).

Moto circolare uniforme: definizione, periodo, frequenza (definizione, unità di misura), relazione tra periodo e frequenza. Grandezze cinematiche lineari e angolari e confronto tra esse.

Le grandezze cinematiche nel moto circolare uniforme: velocità tangenziale (definizione, caratteristiche come vettore, formula per determinare il modulo e formule inverse); velocità angolare (definizione, legge matematica e formule inverse, legame con il modulo della velocità tangenziale, legge oraria angolare del moto circolare uniforme); accelerazione centripeta (definizione e sue caratteristiche come vettore, legge matematica del suo modulo, caratteristiche e formule inverse). Accelerazione centripeta, accelerazione tangenziale e accelerazione totale nel moto circolare.

Dinamica

I principi della dinamica: il contesto storico della nascita della dinamica e i contributi degli scienziati Galilei, Leibniz e Newton. Primo principio della dinamica: enunciato, legge matematica, concetto di inerzia, equilibrio statico e dinamico. Verifica sperimentale del primo principio della dinamica: moto del disco a ghiaccio secco (video del Physical Science Study Committee (PSSC)). Sistemi di riferimento inerziali e non inerziali: definizioni ed esempi.

Secondo principio della dinamica: enunciato, legge matematica, sistemi di riferimento in cui vale, caratteristiche (proporzionalità diretta tra forza e accelerazione, proporzionalità inversa tra massa e accelerazione), esempi. Conseguenze del secondo principio della dinamica: definizione di newton come unità di misura; il primo principio come caso particolare del secondo; la forza peso e la caduta libera dei corpi.

Terzo principio della dinamica: definizione, formulazione matematica, esempi di applicazione, verifica sperimentale (spiegazione dell'esperimento sui 2 dischi a ghiaccio secco con calamita e pallina metallica).

Applicazioni del secondo principio della dinamica: forza peso (moto caduta libera e moto parabolico), reazione vincolare, forza di attrito, tensione della fune. Forza centripeta: definizione, formula per il modulo, direzione e verso. Ripasso sul piano inclinato: scomposizione della forza peso nelle due componenti parallela e perpendicolare al piano; ripasso delle formule trigonometriche. Moto il piano inclinato con e senza attrito (calcolo dell'accelerazione nei due casi). Definizione di carrucola e di carrucola ideale; sistema con due corpi collegati da un filo tramite una carrucola in assenza di attrito: schema delle forze e leggi del moto. Macchina di Atwood: sistema con le leggi del moto del sistema, formula dell'accelerazione e della tensione. Problemi con corpi a contatto diretto sul piano orizzontale, corpi a contatto diretto sul piano inclinato. Problemi con corpi connessi mediante fune e carrucola lungo il piano inclinato.

Sistemi di riferimento inerziali e non inerziali

(UdA svolta come contributo disciplinare alla FSL)

I sistemi di riferimento inerziali e non inerziali. La relatività galileiana anche con riferimento all'opera "Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo" (struttura e contenuto dell'opera in breve, protagonisti); analisi de "Il naviglio".

Il principio di relatività galileiana. Le trasformazioni di Galileo: formule per la posizione di un corpo rispetto al sistema di riferimento mobile e rispetto a quello fisso (caso unidimensionale e caso generale). La legge di composizione delle velocità (formule con dimostrazione) anche nel caso generale; la legge di composizione delle accelerazioni - caso generale e caso delle trasformazioni di Galileo per sistemi inerziali (con dimostrazione). Invarianti delle trasformazioni di Galileo.

Secondo principio della dinamica nei sistemi di riferimento non inerziali (in moto di traslazione rispetto ad un sistema inerziale): formula (con dimostrazione). Concetto di forza apparente.

Applicazione del secondo principio della dinamica nei sistemi di riferimento non inerziali: il peso apparente - studio del problema sia rispetto a un osservatore solidale con la Terra (sistema inerziale) sia rispetto a un osservatore solidale con l'ascensore in moto (sistema non inerziale): interpretazione dei risultati.

I sistemi di riferimento non inerziali in rotazione: legge di composizione dell'accelerazione e secondo principio della dinamica; i due tipi di forze apparenti - forza centrifuga e forza di Coriolis. Effetti della forza di Coriolis: pendolo di Foucault, cicloni e anticicloni.

Lavoro ed energia

Definizioni di prodotto scalare e prodotto vettoriale di vettori. Il lavoro di una forza con intensità costante: definizione, legge matematica e formule inverse, unità di misura. Dipendenza del lavoro dall'angolo tra forza e spostamento: lavoro motore, lavoro resistente, lavoro nullo e casi particolari. Lavoro totale nel caso in cui su un corpo agiscano più forze.

Il lavoro di una forza di intensità variabile e metodo dell'area (aspetto geometrico del lavoro). Lavoro della forza elastica come esempio del lavoro di una forza di intensità variabile: caso in

cui la molla viene allungata o compressa partendo dalla posizione di equilibrio e caso generale. Il segno del lavoro della forza elastica.

Energia: definizione, unità di misura e tipi di energia. Definizione di energia meccanica. Energia cinetica: definizione, formula matematica e formule inverse, caratteristiche (segno, proporzionalità tra energia cinetica e massa, tra energia cinetica e velocità al quadrato). Teorema dell'energia cinetica: enunciato e dimostrazione, osservazioni (come varia l'energia cinetica in base al tipo di lavoro) e casi particolari (velocità iniziale o finale nulla), applicazioni: problema della frenata, relazione tra lo spazio di frenata e la velocità iniziale (Educazione stradale).

Il lavoro della forza peso: calcolo del lavoro lungo due cammini diversi con stessi punti iniziale e finale. Forze conservative: definizione, esempi ed esempi di forze non conservative, proprietà con dimostrazione. Calcolo del lavoro della forza peso e del lavoro della forza d'attrito lungo un percorso chiuso. La forza d'attrito come forza dissipativa.

Definizione di energia potenziale. Legame tra lavoro svolto da una forza conservativa e variazione dell'energia potenziale. Energia potenziale gravitazionale: definizione, formula matematica, formule inverse. Energia potenziale gravitazionale e lavoro della forza peso. Approfondimento su energia potenziale gravitazionale: indipendenza della variazione dell'energia potenziale ΔU dal sistema di riferimento scelto (in particolare dal livello $h=0$). Teorema energia-lavoro nel caso in cui il lavoro delle forze non conservative non sia nullo: enunciato con dimostrazione, osservazioni. Principio generale della conservazione dell'energia. Principio di conservazione dell'energia meccanica: enunciato con dimostrazione.

Energia potenziale elastica: definizione e formula matematica; lavoro della forza elastica per deformare una molla ed energia potenziale elastica.

La potenza: definizione, legge matematica, unità di misura. Il cavallo a vapore e sua conversione in watt. Applicazione: potenza di un'automobile in cavalli a vapore dopo aver letto la potenza sul libretto di circolazione. Formula della potenza media in funzione della velocità.

Approfondimento sulla conservazione dell'energia meccanica: il giro della morte nelle montagne russe. Calcolo della quota minima e della velocità minima necessarie per superare il giro della morte in funzione del raggio della guida (caso ideale con attrito trascurabile).

Impulso e quantità di moto

Impulso di una forza costante: definizione, caratteristiche come vettore, unità di misura, formule inverse. Impulso di una forza variabile con direzione costante, suo significato geometrico (metodo dell'area) e forza media costante associata.

La quantità di moto di un corpo: definizione, caratteristiche come vettore, proporzionalità con massa e velocità, unità di misura. Teorema dell'impulso: enunciato e dimostrazione, applicazione (test d'urto).

Definizione di sistema di corpi, forze agenti sul sistema (forze interne ed esterne) e loro caratteristiche. Legge fondamentale della dinamica per i sistemi di punti materiali (formula e dimostrazione). Definizione di sistema isolato. Principio di conservazione della quantità di moto: enunciato e dimostrazione. Esercizio esemplificativo: velocità del rinculo del fucile. Applicazione della conservazione della quantità di moto: il pendolo di Newton.

Definizione di urto, caratteristiche e classificazione. Urti in una dimensione: urto elastico - equazioni che lo descrivono e formule per calcolare le velocità dei due corpi dopo l'urto

(impostazione della dimostrazione e primi passi). Casi particolari dell'urto elastico e loro interpretazione: corpi con massa uguale, corpi di cui uno ha massa trascurabile rispetto all'altro. Urto completamente anelastico: definizione, caratteristiche, calcolo della velocità del sistema dopo l'urto (con dimostrazione) e della perdita di energia cinetica anche in percentuale (con dimostrazione). Applicazione urto completamente anelastico: il pendolo balistico.

La dinamica dei fluidi

(UdA svolta sui contenuti del laboratorio di Fluidodinamica *"Come funzionano i sistemi acquedottistici?"* svolto presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Università di Ferrara)

Ripasso su argomenti di statica e dinamica dei fluidi svolti nel primo biennio: pressione e sue unità di misura, statica dei fluidi e legge di Stevino, fluido ideale, flusso stazionario, portata, equazione di continuità, equazione di Bernoulli e sue applicazioni.

Il ciclo idrico integrato e le fasi relative ai sistemi acquedottistici, il principio di funzionamento degli acquedotti (acquedotti romani a confronto con quelli moderni), la provenienza della nostra acqua, l'acqua e le sue grandezze fisiche (densità, pressione, legge di Stevino e principio dei vasi comunicanti, la portata e l'equazione di continuità). Il teorema di Bernoulli: enunciato e dimostrazione. Il carico totale H e le sue componenti (altezza geodetica, altezza di pressione, altezza cinetica) rispetto al teorema di Bernoulli. L'equazione di Darcy-Weisbach: perdita di carico e resistenza idraulica.

La gravitazione

(UdA svolta come contributo disciplinare alla FSL)

I modelli cosmologici geocentrico tolemaico ed eliocentrico copernicano. Il metodo scientifico. Galileo Galilei e le sue opere "Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo" e "Sidereus Nuncius". Analisi del trattato "Sidereus Nuncius": riassunto e principali scoperte astronomiche contenute in esso.

Le tre leggi di Keplero: enunciati e spiegazioni. Introduzione al concetto di campo in fisica e il campo gravitazionale. Legge di gravitazione universale di Newton: legge matematica, caratteristiche (legge dell'inverso del quadrato e relazione tra grandezze coinvolte), la costante G di gravitazione universale. Applicazioni: calcolo del valore dell'accelerazione di gravità g sulla Terra; calcolo della costante di proporzionalità della terza legge di Keplero; calcolo della velocità orbitale di satelliti in moto uniforme su orbite circolari.

ESPERIENZE DI LABORATORIO

Esperienza n. 1. Moto parabolico: verificare la proporzionalità diretta tra il quadrato della gittata e l'altezza di caduta.

Approfondimento: come ricavare la relazione di proporzionalità diretta tra la gittata al quadrato e l'altezza della rampa, utilizzando le formule della velocità al suolo nel moto di caduta e della velocità iniziale nel moto parabolico con lancio orizzontale. Spiegazione dell'esperimento di Galileo Galilei sul moto dei proiettili.

Esperienza n. 2. Seconda legge della dinamica: verificare la proporzionalità diretta tra forza e accelerazione se la massa rimane costante.

Esperienza n. 3: Seconda legge della dinamica: verificare la proporzionalità inversa tra massa e accelerazione se la forza rimane costante.

Esperienza n. 4: Verifica della conservazione della quantità di moto totale di un sistema isolato: urto elastico e urto anelastico tra due carrelli in moto sulla rotaia a cuscino d'aria.

Simulazioni:

- "Moto dei proiettili", "Movimento di un proiettile" dai siti PhET Colorado University e vascak.cz
- "Forme e trasformazioni di energia", "Energia con lo skateboard" dal sito PhET Colorado University.

CONTRIBUTO DISCIPLINARE ALLA FSL – FORMAZIONE SCUOLA LAVORO (ex PCTO)

La disciplina di Fisica ha contribuito allo sviluppo del project work previsto per il corrente anno scolastico all'interno del percorso di FSL (ex PCTO) di classe dal titolo *“Ricerca, dunque sono! Un percorso sul tema della ricerca nella costruzione del sapere e nella definizione dell'identità individuale”* con le seguenti attività:

- partecipazione ai laboratori del RemTech Expo 2025: "Il sistema idrico integrato: una gestione sostenibile delle risorse idriche" (CADF); "Strumenti di misurazione ambientale, personali e d'area di agenti chimici pericolosi" (INAIL); Stand dell'Esercito e manutenzione confini di Stato (rilievi METEOMONT, cartografia) - Attività arrampicata sportiva. Visita stand Fiera (attività in comune con Educazione civica e che rientra anche nel modulo di Orientamento).
- Partecipazione al seminario organizzato da Zanichelli *“E PUR SI MUOVE...Le scoperte astronomiche di Galileo”* del prof. Fabio Peri, Conservatore del Civico Planetario *“U. Hoepli”* di Milano (attività che rientra nel modulo di Orientamento).
- Partecipazione alla conferenza nell'ambito del progetto "Galeotto Scientifico" con l'autore Giorgio Volpi sul libro *“La natura lo fa meglio (e prima)”* e conseguente lavoro di riflessione in aula (attività che rientra nel modulo di Orientamento).
- Visita alle mostre allestite per la XXXV Settimana della Cultura Scientifica e Tecnologica *“Natural...mente. Suggestioni dal libro La natura lo fa meglio (e prima)”* presso il laboratorio di Fisica (attività in comune con Educazione civica e che rientra anche nel modulo di Orientamento).
- Sviluppo delle Unità di Apprendimento sui *“Sistemi inerziali e non inerziali”* e sulla *“Gravitazione”*: approfondimento sul metodo scientifico, su Galileo Galilei – biografia e le sue opere *“Sidereus Nuncius”* e *“Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo”*; sistemi di riferimento inerziali e non inerziali; la legge di gravitazione universale di Newton.
- Partecipazione agli incontri nell'ambito del progetto *“Ariosto Scientiae”* con la prof.ssa Elisa Ercolessi (Dipartimento di Fisica e Astronomia *“Augusto Righi”* di UNIBO) e con la

prof.ssa Ilaria Siloi (Quantum Center Padova) con interventi su *“Percorso storico-concettuale sulla meccanica quantistica fino alla seconda rivoluzione quantistica e su Tecnologie quantistiche e applicazioni”* (attività che rientra nel modulo di Orientamento).

CONTRIBUTO DISCIPLINARE ALL'INSEGNAMENTO TRASVERSALE DI EDUCAZIONE CIVICA

La disciplina di Fisica ha contribuito all'insegnamento trasversale di Educazione civica sviluppando tematiche inerenti al nucleo B "Sviluppo Economico e Sostenibilità" mediante le seguenti attività:

- argomenti disciplinari relativi a "La fisica per la sicurezza stradale" (spazio di frenata, le forze in curva) e "Energia, società e ambiente" (lettura del libretto di circolazione di un'automobile e calcolo della sua potenza in cavalli a vapore).
- partecipazione ai laboratori del RemTech Expo 2025 (in comune con FSL);
- visita alle mostre allestite per la XXXV Settimana della Cultura Scientifica e Tecnologica "Natural...mente" presso laboratorio di Fisica (in comune con FSL).

INIZIATIVE CULTURALI INTEGRATIVE DEL CURRICOLO

Laboratorio di Fluidodinamica "Verifica sperimentale delle leggi che governano gli acquedotti" presso il Polo Scientifico Tecnologico - Dipartimento di Ingegneria di Unife (attività che rientra nel modulo di Orientamento).

Partecipazione di un gruppo di studenti volontari alle seguenti attività:

- esposizione di alcuni esperimenti su "Aria, Acqua, Terra e Fuoco nei fenomeni naturali" della XXXIV Settimana della Cultura Scientifica e Tecnologia durante l'iniziativa "Porte Aperte" al Polo Scientifico Tecnologico dell'Università di Ferrara;
- laboratori di Fisica rivolti a studenti della scuola secondaria di primo grado nell'ambito delle iniziative di Orientamento in ingresso "Il liceo apre le aule". Argomento "Aria, Acqua, Terra e Fuoco nei fenomeni naturali";
- attività di guide museali al Museo Strumentaria del Liceo (strumenti della sezione Calore) nell'ambito del progetto Musei Scientifici.

Ferrara, 3 giugno 2026

LA DOCENTE
Prof.ssa Elena Polastri

