



Liceo Scientifico
Liceo Artistico

LICEO STATALE "ALESSANDRO SERPIERI"

Via Sacramora 52 – 47922 Rimini – CF 91150430402

Tel. 0541 733150 – Fax 0541 449690 – <http://www.liceoserpieri.edu.it>
email: RNPS05000C@istruzione.it – pec: rnps05000c@pec.istruzione.it

Anno scolastico 2024/25

Prof. Quintino ARENA

Docente di Fisica

Classe 3^aP

OBIETTIVI DELLA PROGRAMMAZIONE RAGGIUNTI

Obiettivi formativi. Individuare principi di base e concetti fondanti di un fenomeno fisico cogliendo analogie e differenze, risolvere problemi con uso di linguaggio specifico e di modelli matematici dei fenomeni reali, talvolta anche in lingua inglese.

Obiettivi didattici. Operare coi vettori ed il calcolo matriciale di base. Studiare le condizioni d'equilibrio statico. Prevedere gli effetti delle forze in base ai 3 principi della dinamica e derivarne le leggi del moto nella retta e nel piano. Conoscere i concetti di energia, quantità di moto e momento angolare applicandone i noti principi conservativi in particolare nell'ambito degli urti monodimensionali. Rilevare, rappresentare ed interpretare graficamente leggi e dati sperimentali. Risolvere problemi inerenti le tematiche affrontate.

METODOLOGIE DIDATTICHE

Procedimento per unità didattiche consequenziali e collegate, partita con l'accertamento dei prerequisiti. Lezione frontale dialogata tramite lavagna LIM. Guida all'esposizione orale mediante l'utilizzo di linguaggio appropriato. Esercitazioni sui temi affrontati. Sfida su argomenti originali. Esercitazioni pratiche in classe e laboratorio. Correzione e discussione esercizi. Riferimento puntuale al libro di testo, trattati didattici ed esercizi con svolgimento da me prodotti. Attenzione all'orientamento sportivo del corso con riferimenti alle connessioni tecniche individuabili col mondo sportivo.

MATERIALI E STRUMENTI DIDATTICI UTILIZZATI

- Testo: *Il nuovo Amaldi per i licei scientifici*. blu "Meccanica e Termodinamica" - Zanichelli.
- Trattati didattici originali ed esercizi con svolgimento forniti dal docente.
- Appunti e mappe concettuali.
- Strumenti ed attrezzature del Laboratorio e del Museo di Fisica.
- LIM

TIPOLOGIA DELLE PROVE DI VERIFICA UTILIZZATE E CRITERI DI VALUTAZIONE

Per competenze, indicatori, modalità e valutazioni delle suddette prove si è onorata la griglia di cui alla pag.147 del PTOF e le prove totali valutate al 100% sono state 6 (5 prove scritte semi-strutturate ed 1 scheda tecnica con relazione sulla prova finale di laboratorio) più un orale nei casi di necessità e 2 ulteriori esperienze laboratoriali a scopo formativo. Per le valutazioni sono stati utilizzati i voti da 2 a 10 secondo i seguenti livelli: 2-4 (impreparato con prova di contenuto scarso/nulla con carenze gravissime); 4-6 (insufficienze più o meno gravi); 6-7 (raggiungimento obiettivi minimi); da 7-9 (buon livello di preparazione con spunti creativi); da 9 a 10 (ottima preparazione con autonomia anche in processi di difficoltà superiore). La valutazione finale tiene conto di attenzione, partecipazione ed impegno dimostrati dallo studente in classe e nella puntualità dei compiti per casa incluse le schede laboratoriali e gli avanzamenti conoscitivi in relazione ai livelli iniziali.

CONTENUTI DEL PROGRAMMA SVOLTO

Introduzione ai vettori: definizione e differenza con gli scalari, necessità della loro esistenza per lo studio dei fenomeni in più dimensioni, estensione al piano 2-D ed allo spazio 3-D, coordinate polari e cartesiane. Prime operazioni fra vettori: prodotto per uno scalare, somma, differenza, metodi del parallelogramma e punta-coda. Legge di velocità e caduta dei gravi presi dalla cinematica e visti come esempi di moti "vettoriali". Formule di passaggio fra coordinate polari (ρ, α) e cartesiane (x, y) e viceversa. Definizione della $\tan(\alpha)$ e corrispondenze fra pendenza in angolo ($^\circ$) e pendenza percentuale (%) nei casi principali, ossia: 0° e $\tan(0^\circ)=0 \rightarrow 0\%$; $26,6^\circ$ e $\tan(26,6^\circ)=0,5 \rightarrow 50\%$; 45° e $\tan(45^\circ)=1 \rightarrow 100\%$; 90° e $\tan(90^\circ)=\infty \rightarrow \infty\%$. Uso dei concetti esposti per distinguere e non confondere la pendenza di una salita fatta coi due metodi. Definizione di prodotto scalare e sue proprietà. Definizione di prodotto scalare tramite le componenti cartesiane e dimostrazione dell'equivalenza con la definizione classica tramite la formula di sottrazione goniometrica. Uso del prodotto scalare in Fisica nell'ambito di definizione e calcolo del Lavoro meccanico. Introduzione originaria del prodotto vettoriale come esigenza fisica nella definizione del momento di una forza rispetto ad un braccio, definizione, significato geometrico, modulo ed argomento, calcolo analitico con determinante della matrice simbolica coi metodi di *Sarrus* e *Laplace*, dimostrazione equivalenza fra il suo modulo ed $ab \sin(\alpha)$ tramite la formula di sottrazione goniometrica, regola mano destra, esercizi di calcolo di determinanti in casi particolari ed a prodotto vettoriale nullo, casi speciali. Calcolo dei determinanti delle matrici associate ai due vettori generatori, casi semplificati e di ortogonalità. Condizioni di equilibrio per un sistema meccanico: sommatoria dei momenti e delle forze nulle. Coppia motrice con risultante nulla ma momento non nullo come nel caso del volante automobilistico. Esempi del prodotto scalare come flusso di campo vettoriale in una spira, esempio di prodotto vettoriale come momento meccanico e *Forza di Lorentz* in elettromagnetismo. Esercizi sulla soluzione di sistemi lineari con l'inversa della matrice dei coefficienti e calcolo del determinante con *Laplace*. Applicazioni teorico-pratiche sulla risoluzione del "problema della scala appoggiata al muro" e del "problema del ponte levatoio sospeso in orizzontale". **Prova di laboratorio: verifica delle condizioni di equilibrio statico sullo strumento a bracci e pesetti della Phywe (anno 1930) del Museo "A.Serpieri"**. Focus sul problema della massa appesa (es.96 a pag.40) da me generalizzato al caso di funi con una inclinazione generica $(\alpha + \beta \neq 90^\circ)$ e risolto coi seguenti 5 metodi da me redatti e proposti in classe: **Geometrico-1** "Teorema di Carnot", **Geometrico-2** "Congruenze segmentali", **Geometrico-3** "Teorema dei seni", **Algebrico** "Proiezioni cartesiane e matrice inversa", **Meccanico** "Equilibrio dei momenti". I primi 2 principi della dinamica di *Newton*: cenni storici sul suo trattato del 1687 "*Philosophiæ Naturalis, Principia Mathematica*" e derivazione del 1°, detto "principio di inerzia" dalla formulazione di *Galileo Galilei* (1632). Definizione di sistema inerziale ed implicazioni nell'esperienza sensibile quotidiana. Casi di moto inerziale ed esperimento mentale del lancio di oggetti dal medesimo. Definizione di forza peso ed unità di misura delle forze $[N]=\text{Newton}$. Il 2° principio della dinamica in forma vettoriale e componenti scalari (cartesiana e polare), applicazione al moto sul piano inclinato a 30° : dimostrazione che il tempo di caduta raddoppia rispetto alla caduta in verticale da pari quota ma la velocità finale è identica, poiché nelle rispettive formule della cinematica si pone la lunghezza da percorrere raddoppiata e l'accelerazione dimezzata. Problema del trolley con le ruote bloccate: caso di corpo trascinato su di una superficie con attrito ($\mu_d=0,4$) tramite

forza costante parallela od obliqua e determinazione della sua accelerazione con varie inclinazioni. Il 3° principio della dinamica. Applicazioni al caso di corpi trascinati sul piano con e senza attrito. Applicazione leggi della dinamica: (1) Casi dell'ascensore in *moto u.a.* con $a > 0$, $a < 0$ ed in caduta libera con $a = -g = -9,81 \text{ m/s}^2$. (2) Caso di un corpo immerso in acqua e posto in ascensore in *moto u.a.*. (3) Moto su piano inclinato: ripasso della goniometria utile al suo studio e dimostrazione che in condizioni di equilibrio il coefficiente di attrito μ_s eguaglia la tangente dell'angolo del piano inclinato. Le trasformazioni di coordinate di Galileo. Esercizi applicativi: moto relativo fra due sistemi (ascensore in caduta libera e sistema terrestre), l'aberrazione della pioggia in una passeggiata con l'ombrello. Il moto nel piano verticale sotto l'azione della gravità. Le equazioni del moto nel piano, parametriche e cartesiane, caratteristiche della parabola coinvolta nello studio, il tempo di volo, la gittata ricavata in 3 modi e sue peculiarità. Il moto armonico. Posizione, velocità ed accelerazione. Periodo e velocità angolare. Relazione fra legge di *Hooke* e 2° principio di *Newton* per derivare la a in un moto armonico, dal loro confronto si sono derivati ω e T in funzione di k/m , da quest'ultima relazione si deduce la proporzionalità lineare fra T^2 ed m ; su questa relazione si basa il funzionamento della bilancia inerziale che può valutare m tramite la misurazione del T oscillatorio del moto armonico dovuto ad una molla. Periodo del pendolo su piccole oscillazioni viste come moto armonico. Relazione lineare fra T^2 ed L del pendolo e retta di "*Best Fit*" in una rappresentazione grafica di dati laboratoriali (T, L) con determinazione della costante k di proporzionalità lineare ($k = L / T^2$). Lezione pre-natalizia estemporanea di educazione civica sugli stili di vita alimentari sani in un'ottica lungimirante di una vita sana, frutto di equilibrio, salubrità e dinamismo sportivo. Attività di accoglienza post-epifania: dialogo sulle attività sportive svolte nelle vacanze, connessioni delle esperienze quotidiane coi contenuti appresi a scuola, focus sull'importanza degli attriti fisici nel quotidiano e sua declinazione nell'ambito motoristico (spazio di frenata, attrito in curva, attriti interni ai motori termici ed elettrici). Focus sul *Teorema di Pitagora* applicato in 3 dimensioni con la presentazione di un cubo predisposto allo scopo (reperito all'artistico) munito di setto separatore e diagonale 3D ivi disegnata: determinazione angolo fra diagonale a 45° della faccia quadrata e 3° lato, pari ad $\arctan \sqrt{2} = 54^\circ 44' 08''$. Introduzione al lavoro ed energia. Lavoro motore, resistente e nullo. Definizione di potenza. Conversione fra gradi sessagesimali e decimali e fra gradi decimali e radianti. Proposta di esercizi premium sul lavoro: caso del trascinamento (con attrito) con angolo variabile e conseguente studio di funzione goniometrica complessa. Teorema dell'energia cinetica K e sua dimostrazione per analogia alla legge di *S-v-a*, derivazione della *Formula dello spazio "minimo" di frenata*. Partendo dal Teorema della K : correzione della formula dello *spazio minimo di frenata* con "=" del sito *ACI*, che diviene col "<" se intesa come spazio minimo di frenata sotto ipotesi di "*non bloccaggio*" delle ruote. Reversibilità del Teorema per il calcolo dello spazio di accelerazione. L'energia potenziale, le forze conservative, il lavoro di una forza conservativa come la gravità lungo un percorso qualsiasi da un punto A ad un punto B dipendente solo dalla loro differenza di quota h . Il *principio di conservazione dell'energia meccanica totale*, caso applicativo del pendolo semplice con derivazione della sua legge di velocità in funzione dell'angolo di rilascio come preparazione alla prova di laboratorio successiva. **Prova di laboratorio, verifica del principio di conservazione dell'energia totale di un pendolo semplice lungo il suo percorso: verifica tramite calcolo di K ed U per lanci a varie quote corrispondenti ad angoli di rilascio multipli di 15° (nell'intervallo fra 0° e 90°) con determinazione diretta della velocità massima tramite fotocellule e confrontata con quella indiretta derivata dall'equilibrio energetico in funzione dell'angolo di rilascio ossia: $v = 2\sqrt{gL \sin(\alpha/2)}$.** Spiegazione di due problemi di 2° livello (*il n° 104 a pag. 173 ed il n° 147 a pag. 179*) sul primo, in ossequio alla precedente prova di laboratorio ho proposto una variante ampliando l'altezza di rilascio e ricavando non solo il valore puntuale della tensione per $h=L$ ed $h=2L$ ma anche la sua legge in funzione dell'altezza di rilascio h con rappresentazione grafica della funzione lineare risultante dall'analisi fisico-matematica del problema. Energia potenziale elastica ed esercizi applicativi. Ripasso gestione arrotondamenti, cifre significative, calcolo errori per la scheda di laboratorio. Parabola della traiettoria della battuta nel Tennis e determinazione della sua velocità massima teorica in assenza di attrito dell'aria: metodo della matrice inversa per determinare i coefficienti parabolici e confronto con le equazioni orarie del moto per la determinazione del modulo di velocità iniziale, il guadagno di velocità nel punto di caduta valutato col metodo di conservazione energetico e discussione sulla sua dipendenza dalla somma pitagorica di v_0 e $2gh$.

Attività di educazione civica sul tema Energia: sua trasmissione e conservazione, il tema della sostenibilità ambientale; focus algebrico: uso della goniometria e del concetto di prodotto scalare fra vettori per la determinazione dell'angolo di legame chimico nella molecola del *metano* CH_4 determinato come $\arccos(-1/3) \approx 109,47^\circ$ che ha un ruolo chiave nel dibattito energetico mondiale. La quantità di moto \vec{p} : definizione, relazioni con la K , natura vettoriale e cenni preliminari sulla sua conservazione. Quantità di moto totale di un sistema di più masse, impulso e variazione quantità di moto con dimostrazione teorema dell'impulso, impulso di una forza variabile. Dimostrazione del principio conservazione quantità di moto a partire dal 3° principio della dinamica di *Newton* e dal teorema dell'impulso. Distinzione fra i concetti di K (scalare) e \vec{p} (vettore) e focus sull'analogia fra il principio di conservazione dell'energia e la legge cinematica di $S-v-a$. Casi di urti elastici ed anelastici su una retta. Conservazione di \vec{p} e K negli urti elastici e solo di \vec{p} negli urti anelastici. **Descrizione del mio trattato di fisica sugli urti pubblicato sulla bacheca di Argo:** formule risolutive generali ed i 7 casi descritti in dettaglio + il caso in $2D$ col focus algebrico sulle sue ∞ soluzioni dovute alla sovra-determinazione del sistema costituente; determinazione del *baricentro* (ossia il centro di massa *c.m.* sia scalare che vettoriale) di un sistema di n masse m_i dal punto di vista sia statico che cinematico; caso di una distribuzione di masse arbitraria ove ogni massa si muove di *m.r.u.* e dimostrazione della formula $\vec{p}_{tot} = \sum \vec{p}_i = \sum m_i \vec{v}_i = m_{tot} \vec{v}_{cm}$ da cui quella dell'impulso $\sum \vec{I}_i = \vec{I}_{tot}$. Esercizi del cormorano e del tuffatore. **Prova finale di laboratorio: GLI URTI.** Il baricentro come punto di equilibrio dei momenti di una distribuzione di masse e sua invarianza rispetto alla traslazione del polo di riferimento. Calcolo del baricentro del sistema *Terra-Luna*. Focus: media pesata di 2 voti evidenziando la connessione algebrica ed etimologica con la formula. Formula estesa in forma vettoriale: applicazioni $2D$ e $3D$. Caso a 2 dimensioni per vedere il baricentro di 2 masse come intersezione di linee di costruzione geometriche. Il momento angolare L e sue proprietà, definizione di base $\vec{L} = \vec{R} \times \vec{p} = m(\vec{R} \times \vec{v})$, derivazione di $\vec{L} = I\vec{\omega}$ con $I = mR^2$ definito come momento di inerzia, interpretazione fisica nel caso generale ed in corpi con forma regolare e distribuzione della massa differente ma simmetrica: massa puntiforme, sfera, cilindro cavo e pieno. Relazione fra variazione del momento angolare e momento delle forze esterne applicate, tramite dimostrazione formula variazione del momento angolare, da cui $\vec{M} = I\vec{\alpha}$. Relazioni formali fra formule lineari e rotazionali. La K nei moti rotatori, il momento d'inerzia calcolato rispetto ad un asse diverso da quello passante per il baricentro ovvero *Teorema di Steiner-Huygens*, casi applicativi di confronto fra corpi di pari massa che rotolano o strisciano ma con diversa distribuzione della massa ossia con diverso momento di inerzia.

INDICAZIONI SUL RAFFORZAMENTO : lavoro estivo mirato a cadenza settimanale.

Il docente (*Quintino Arena*)

I rappresentanti di classe (*Syria Nardella e Matteo Pironi*)