

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA



Dall'esperimento alla legge: analisi dei dati e ricerca di relazioni matematiche.

Cinematica e rappresentazione grafica delle relative leggi. Moti piani.

Specializzanda
Tinti Federica
S.S.I.S. VIII ciclo
Classe di abilitazione A049

Analisi dei programmi ministeriali:

1) Liceo Scientifico di ordinamento

Nei licei scientifici di ordinamento (1952) sono previste per l'insegnamento della fisica (2 ore settimanali) in terza, (3 ore settimanali) in quarta e (3 ore settimanali) in quinta.

Il tema della mia unità didattica è collocabile in una terza liceo scientifico come previsto dai programmi: 'Moto di un punto; velocità ed accelerazione come scalari e come vettori. Moto rettilineo uniforme'

2) PNI- (Piano Nazionale dell'Informatica)

(PREMESSA)

Nei licei scientifici PNI (Piano Nazionale dell'Informatica) sono previste 3 ore settimanali di fisica in ogni classe.

NEL BIENNIO:

INDICAZIONI METODOLOGICHE GENERALI

Alla effettiva attività di laboratorio dovrà essere dedicato almeno il 30% del tempo disponibile.

Dovrà essere prevista una corretta utilizzazione degli strumenti di calcolo e di elaborazione

Alcuni CONTENUTI IN UNA CLASSE PRIMA:

la capacità di osservare in modo sistematico, di raccogliere dati e di esaminarli criticamente;

NEL TRIENNIO

(Obiettivi Specifici del triennio)

Lo scopo della fisica nel triennio, oltre a fornire allo studente un bagaglio di conoscenze scientifiche adeguato, deve mirare allo sviluppo delle specifiche capacità di vagliare e correlare le conoscenze e le informazioni scientifiche, raccolte anche al di fuori della scuola, recependole criticamente ed inquadrando in un unico contesto.

Al termine del corso di studio gli allievi dovranno aver acquisito una cultura scientifica di base che permetta loro una visione critica ed organica della realtà sperimentale.

(Indicazioni metodologiche)

Partendo dalle abilità e dalle conoscenze conseguite dagli allievi nel corso del biennio si potrà ora procedere alla revisione di alcuni concetti che non potevano essere compiutamente acquisiti a causa della giovane età.

In particolare si prenderanno i concetti di velocità e di accelerazione, soffermandosi su quelli di velocità ed accelerazione istantanee.

In tale riassetto sistematico si approfondirà lo studio dei moti (moto circolare moto armonico, e moti su traiettoria curvilinea qualsiasi), con particolare attenzione al sistema di riferimento.

L'attività di laboratorio prevederà sia esperimenti svolti dagli alunni sia altri presentati dall'insegnante.

L'uso dell'elaboratore ci aiuterà a comprendere le conseguenze di determinate ipotesi e le implicazioni di un modello.

(alcuni Contenuti)

da sviluppare in una classe III nel primo quadrimestre

Tema 1: Cinematica. Teoria della misura

- moti su traiettoria rettilinea, moto circolare, molto su traiettoria curvilinea qualsiasi

- teoria della misura

3) Nei Licei Scientifici 'BROCCA':

sono previsti come orario settimanale per l'insegnamento della fisica:

- nel biennio vengono svolte 3 ore settimanali, di Laboratorio di Fisica/Chimica

- nel triennio vengono svolte 3 ore settimanali di Fisica .

4.2.13. LABORATORIO DI FISICA E DI CHIMICA

Le finalità(*) del corso sono:

- 1) l'attitudine a cogliere e ad apprezzare l'utilità del confronto di idee e dell'organizzazione del lavoro;
- 2) l'attitudine ad un lavoro organizzato come mezzo per ottenere risultati significativi;
- 3) l'atteggiamento critico nei confronti delle informazioni incontrollate e delle immagini della scienza che ci vengono presentate;
- 4) la capacità di analizzare un fenomeno complesso, componendolo in elementi più semplici, e la capacità di ricomporre gli elementi, sapendone vedere le interazioni;
- 5) la capacità progettuale di fronte ai problemi;
- 6) la capacità di osservare in modo sistematico, di raccogliere dati e di esaminarli criticamente;
- 7) la capacità operativa manuale utile non solo in laboratorio, ma anche nella vita quotidiana;
- 8) la consapevolezza della possibilità di descrivere in termini di trasformazioni fisiche e chimiche molti eventi osservabili anche al di fuori dei laboratori scolastici;
- 9) la comprensione dell'utilità di formulare una legge empirica oppure un'ipotesi e della necessità di valutarne il grado di attendibilità attraverso una verifica;
- 10). la comprensione del rapporto tra fatti empirici e loro interpretazione modellistica e dell'utilità operativa e dei limiti dei modelli interpretativi.

(*) Le finalità da 1 a 3 riguardano la promozione

CONTENUTI

ATTIVITÀ SPERIMENTALI CONOSCENZE

1. PROPRIETÀ FISICHE DEI CORPI E LORO MISURA

a-Misura di grandezze utili per caratterizzare i corpi (in particolare lunghezza, area, volume)

b. Misura di deformazioni elastiche e non elastiche in condizioni diverse. Calibrazione di una molla come dinamometro.

c-Definizione operativa delle grandezze. Misure dirette e indirette. Nozione di sistema di unità di misura. Incertezze di misura: significato, cause, stime. Elaborazione dei dati sperimentali.

d-Peso. Forza. Additività. Legge di Hooke e suoi limiti. Leggi empiriche.

FINALITÀ TRIENNIO BROCCA

Indirizzo scientifico

Nell'indirizzo scientifico l'insegnamento della fisica fornisce un efficace mezzo per conoscere ed interpretare la realtà, proponendo un metodo di ricerca che, avvalendosi dell'attività di laboratorio come irrinunciabile tappa del processo conoscitivo, consente una buona formalizzazione dei contenuti teorici e l'acquisizione di una metodologia generale di lavoro efficacemente applicabile anche in molti altri campi del sapere.

4.2.8./4.3.4. – 4.3.5. Indirizzo scientifico, scientificotecnologico

Contenuti

Tema n° 1 – Fondamenti della meccanica

– Moti e sistemi di riferimento.

Moto rettilineo, moto su traiettoria curvilinea qualsiasi.

Moto circolare uniforme, moto armonico.

– Forze e moti. Le tre leggi della dinamica.

– Sistemi di riferimento inerziali e non inerziali. Forze apparenti.

Principio di relatività galileiana e trasformazioni di Galilei

UNITA' DIDATTICA 1

Dall'esperimento alla legge: analisi dei dati e ricerca di relazioni matematiche.

DESTINATARI

Classe I di un Liceo Scientifico Brocca (La materia della fisica viene svolta nel Laboratorio di Fisica Chimica). Nel primo quadrimestre all'inizio dell'anno scolastico.

METODOLOGIE

Le lezioni saranno prevalentemente svolte in Laboratorio di Fisica (per poter effettuare gli esperimenti) sia di Informatica (per la rielaborazione dei dati ottenuti), sarà importante utilizzare come software didattico Excel o altri software con fogli di calcolo.

CONTENUTI

1.1 Di che cosa si occupa la fisica?

Partiamo da un esempio:

Einstein è stato l'autore della relatività, secondo la quale la massa è l'energia, ciò significa che ogni 'pezzo' di materia (un granello di sabbia, un bicchiere d'acqua,...) equivale ad una certa quantità di energia.

La relazione fra massa ed energia si esprime: $E=mc^2$

Significa che l'energia contenuta in un corpo di massa m è uguale al prodotto di questa massa per il quadrato della velocità della luce.

Possiamo ora farci una idea di cosa è la fisica:

1) studia i fenomeni naturali, come la luce o l'energia contenuta nella materia

2) parla di grandezze cioè quantità che possono essere misurate mediante strumenti (la velocità si misura con un tachimetro)

3) cerca di trovare le leggi cioè le relazioni tra queste grandezze espresse mediante formule matematiche.

1.2- Le parti della fisica

	ARGOMENTI	GRANDEZZE
Meccanica	Equilibrio Movimento	Velocità Accelerazione Forza

		Massa Energia cinetica Energia potenziale
Termologia	Calore	Temperatura Energia Entropia
Acustica	Suono	Intensità del suono Frequenza
Ottica	Luce	Intensità luminosa Frequenza
Elettromagnetismo	Correnti elettriche Magnetismo Onde elettromagnetiche Energia elettromagnetica	Intensità di corrente Differenza di potenziale Campo elettrico Campo magnetico

1.3.La misura delle grandezze

Le parole che si usano in fisica sono velocità, forza, energia che indicano delle GRANDEZZE

DEF: UNA GRANDEZZA E' UNA QUANTITA' CHE PUO' ESSERE MISURATA CON UNO STRUMENTO DI MISURA.

La fisica non si occupa di grandezze non misurabili come la bellezza, la bontà.....

Cosa significa misurare?

Bisogna innanzitutto definire una unità di misura.

DEF: MISURARE UNA GRANDEZZA SIGNIFICA DIRE QUANTE VOLTE L'UNITA' DI MISURA E' CONTENUTA NELLA GRANDEZZA.

ESERCIZIO

Costruisci una tabella nella quale scrivi nomi di grandezze, unità di misura , simboli e strutture di misura che individui in casa, in garage.

Nome grandezza	Unità di misura	Simbolo	Strumento
Temperatura	Grado Celsius	°C	Termometro
Lunghezza	metro	m	Il metro ecc.....

1.4.Definizioni operative

Le misurazioni permettono di valutare e di comunicare agli altri le proprietà del sistema studiato.

E' importante individuare le caratteristiche misurabili, tali caratteristiche sono le grandezze fisiche

Ad esempio la lunghezza, la velocità,...sono grandezze fisiche

Il significato fisico di ognuna di queste parole è fissato da una definizione operativa

DEF: UNA DEFINIZIONE OPERATIVA E' UNA GRANDEZZA FISICA CHE CONSISTE DI 2 PARTI:

1-DESCRIZIONE DEGLI STRUMENTI NECESSARI PER MISURARE LE GRANDEZZE

2-DETERMINAZIONE DI UNA PROCEDURA NON AMBIGUA CON CUI UTILIZZARE GLI STRUMENTI DI MISURA.

Esempio:

Per misurare

la grandezza velocità=(distanza percorsa)/(tempo impiegato)

abbiamo bisogno di 2 strumenti metro ed cronometro, con il metro si misura la distanza percorsa ed il cronometro parte quando l'automobile è in corrispondenza del primo paletto e si ferma quando l'automobile è in corrispondenza del 2° paletto.

Il valore segnato sul cronometro è il tempo impiegato.

[Se un secondo sperimentatore eseguirà la misura della velocità della stessa auto usando strumenti identici otterrà lo stesso risultato a meno degli errori di misura che verranno trattati + avanti]

1.5. Sistemi Internazionali di Unità

Con l'utilizzo di diverse unità di misura nei diversi paesi europei si è avuta l'esigenza di creare nel 1960 un unico Sistema Internazionale di Unità(SI) che ha permesso di mettersi d'accordo per stabilire un'unica conversione.

1.6.Intervallo di tempo

PER MISURARE LA DURATA DI UN FENOMENO SI CONTA QUANTE VOLTE LA DURATA DI UN FENOMENO PERIODICO E' CONTENUTA NELLA DURATA DA MISURARE.

Cenni storici

L'unità di misura dell'intervallo di tempo è la durata di un fenomeno periodico. Dal punto di vista sia statico che tecnologico fra i fenomeni periodici sono importanti l'oscillazione del pendolo e la vibrazione di una molla: essi hanno permesso di costruire i primi orologi che funzionavano in modo affidabile.

-Fino al 1967

il giorno era definito come la 86400-esima parte del giorno solare medio.

Ma questa definizione non era molto precisa perché il moto di rotazione della Terra ha delle irregolarità, nuova definizione:

L'UNITA' DI MISURA DELL'INTERVALLO DI TEMPO E' IL SECONDO (s), DEFINITO COME L'INTERVALLO DI TEMPO IMPIEGATO DA UNA PARTICOLARE ONDA ELETROMAGNETICA, EMESSA DA ATOMI DI CESIO, PER COMPIERE 9 192 631 770 oscillazioni.

DEFINIZIONE OPERATIVA INTERVALLO DI TEMPO (O DURATA)

1. Lo STRUMENTO DI MISURA è il cronometro
2. Protocollo: l'avvio del cronometro è simultaneo all'inizio dell'intervallo di tempo da misurare

Questa definizione ammette implicitamente che sia possibile stabilire con certezza quando due eventi siano simultanei, **vedremo con Einstein che le cose cambiano quando gli oggetti si muovono alla velocità della luce nel vuoto.**

1.7. La lunghezza

Il metro è l'unità di misura della lunghezza

Nel 1791 durante la rivoluzione francese è stato definito come la quarantamilionesima parte di un meridiano terrestre.

Ed un campione di questa lunghezza, costruito da una barra di platino-iridio.

Il metro campione è conservato nella all'Ufficio internazionale di Pesi e di Misure di Sevres, vicino Parigi.

Ma anche la barra metallica si modificava con il tempo.

Nel 1983 si è definito il metro sfruttando una proprietà fisica che non cambia ne passando da un luogo ad un altro ne con il passare del tempo: LA VELOCITA' DELLA LUCE NEL VUOTO (c).

$c=299\,792\,458\text{ m/s}$

DEF: L'UNITA' DI MISURA DELLA LUNGHEZZA E' IL METRO (m), DEFINITO COME LA DISTANZA PERCORSA DALLA LUCE, NEL VUOTO, IN UN INTERVALLO DI TEMPO PARI A $1/299\,792\,458$ di secondo.

Con questa definizione il metro risulta ancora uguale alla lunghezza della barra di platino-iridio.

DEFINIZIONE OPERATIVA DI LUNGHEZZA

1. Uno strumento di misura: un metro, quando si misura la lunghezza in decimetri
2. Un protocollo: si fa coincidere la prima tacca del metro con l'inizio della lunghezza da misurare; si legge sulla scala graduata il valore che corrisponde alla seconda estremità di quella lunghezza.

1.8. L'area e il volume

DEF: L'unità di misura dell'area è il metro quadrato, che è l'area di un quadrato il cui lato è lungo 1m:

$$1\text{m}^2 = 1\text{m} \times 1\text{m}$$

DEF: L'unità di misura del VOLUME è il METRO CUBO, che è il volume di un cubo il cui lato è lungo 1m

$$1\text{m}^3 = 1\text{m} \times 1\text{m} \times 1\text{m}$$

1.9. La massa inerziale

Ogni oggetto mostra una certa resistenza (o inerzia) quando lo si vuole mettere in movimento. La grandezza fisica che caratterizza la quantità di materia è chiamata massa inerziale.

Per definire in modo operativo questa grandezza introduciamo un nuovo strumento, il carrello delle masse.

Diciamo che due oggetti hanno masse uguali, se posti separatamente sul carrello, compiono oscillazioni che hanno lo stesso periodo.

ESEMPIO:

Per tenere sotto controllo la forma fisica e la salute degli astronauti sulle navicelle spaziali in orbita attorno alla Terra, si utilizza una specie di sedia montata su un carrello delle masse: l'astronauta si pesa entrando nella sedia e registrando il periodo con cui essa oscilla avanti ed indietro.

DEFINIZIONE OPERATIVA DI MASSA

La definizione della grandezza fisica massa:

1. strumento di misura: il carrello delle masse;
2. protocollo: un oggetto ha una massa di 3kg se, posto sul carrello oscilla con lo stesso periodo con oscillano le tre masse, tutte uguali all'unità di misura, messe sullo stesso carrello.

DEF: Il KILOGRAMMO è definito come la massa inerziale del campione di massa conservato a Sevres.

(cilindro campione di platino-iridio con diametro ed altezza pari a 39mm)

1.10 Come si legge una formula

Osservazione: E' molto importante collegare la fisica alla matematica, per poter poi utilizzare queste semplici nozioni nello studio delle tabelle e dei grafici

Ad esempio se consideriamo la formula dell'area di un triangolo:

$$A = (1/2)bh$$

Ci indica come varia la grandezza a sinistra dell'uguale al variare delle grandezze alla destra dell'uguale.

PROPORZIONALITÀ DI RETTA

-Fissiamo la base e facciamo variare l'altezza, cosa succede?

Es $b=5$

L'area è direttamente proporzionale all'altezza perché il loro rapporto è costante

-Fissiamo l'altezza es $h=20$ e facciamo variare b :

Osserviamo che l'area è direttamente proporzionale anche alla base.

LA FORMULA DELL'AREA DEL TRIANGOLO DICE CHE L'AREA È DIRETTAMENTE PROPORZIONALE ALLA BASE E ALL'ALTEZZA

PROPORZIONALITÀ INVERSA

Esaminiamo la formula che esprime la base in funzione dell'area:

$$b=2A/h$$

Teniamo fissa l'area e facciamo variare l'altezza.

Osserviamo che la base è inversamente proporzionale all'altezza.

LA FORMULA $b=2A/h$ DICE CHE LA BASE È INVERSAMENTE PROPORZIONALE ALL'ALTEZZA e DIRETTAMENTE PROPORZIONALE ALL'AREA.

PROPORZIONALITÀ QUADRATICA

Se osserviamo la formula del volume del cilindro in funzione del raggio, della base e dell'altezza

$$V=\pi r^2 h$$

Se fissiamo h e facciamo variare il raggio della base, otteniamo:

IL RAPPORTO FRA V e r^2 è COSTANTE, il volume è direttamente proporzionale al quadrato del raggio

LA FORMULA

$$V=\pi r^2 h$$

DICE CHE IL VOLUME È:

1-DIRETTAMENTE PROPORZIONALE AL QUADRATO DEL RAGGIO

2-DIRETTAMENTE PROPORZIONALE ALL'ALTEZZA

PROPORZIONALITÀ QUADRATICA INVERSA

La formula $h=V/(\pi r^2)$ dice che l'altezza è inversamente proporzionale al quadrato del raggio e direttamente proporzionale al volume.

1.12 Le dimensioni delle grandezze

L'intervallo di tempo, la lunghezza, la massa sono le 3 grandezze fisiche fondamentali.

invece il volume, la velocità sono esempi di grandezze derivate.

DEF: si chiamano grandezze derivate le grandezze fisiche che sono definite a partire da quelle fondamentali.

VELOCITÀ = DISTANZA PERCORSA / TEMPO IMPIEGATO. $v = s / t$

DEF: Le DIMENSIONI FISICHE DI UNA GRANDEZZA INDICANO IN QUALE MODO ESSA È OTTENUTA DALLE GRANDEZZE FONDAMENTALI

[t] dimensione fisica di una durata

[l] dimensione fisica della lunghezza

[m] dimensione fisica della massa

quindi la dimensione fisica della velocità è:

$[v] = [s/t] = [l]/[t] = [l \ t^{-1}]$

2- LA MISURA

CITAZIONE DI ENRICO FERMI: Un fisico deve essere capace di rispondere rapidamente a domande di questo tipo, sbagliando al massimo di un ordine di grandezza.

Una domanda potrebbe essere quante sono le lettere stampate nel libro di fisica? (Al termine dell'unità didattica risponderemo a questa domanda)

2.1 Gli strumenti

Gli strumenti di una misura possono essere analogici o digitali.

In uno strumento analogico il valore della misura si legge in una scala graduata

In uno strumento digitale il valore della misura appare come una sequenza di cifre.

Per ogni strumento usato dobbiamo definire

-LA PRECISIONE di uno strumento di misura è un indice della qualità dello strumento stesso

-LA PORTATA di uno strumento è il più grande valore della grandezza che lo strumento può misurare.

-LA SENSIBILITÀ di uno strumento è il più piccolo valore della grandezza che lo strumento può distinguere

-LA PROTEZZA la rapidità con cui esso risponde a una variazione della quantità da misurare.

2.2 L'incertezza delle misure

RICORDIAMO CHE

È IMPOSSIBILE FARE UNA MISURA ESATTA AD OGNI MISURA BISOGNA ASSOCIARE UNA INCERTEZZA CHE PUO' ESSERE PIU' O MENO GRANDE.

Le cause:

- 1) gli strumenti hanno una sensibilità limitata
- 2) nel fare una misura si compiono inevitabilmente degli errori

Possiamo distinguere gli errori casuali e gli errori sistematici

ERRORI CASUALI

Variano in modo imprevedibile da una misura all'altra e influenzano il risultato qualche volta per eccesso qualche volta per difetto.

(tagliare una stoffa con il metro 1 cm in + o uno in -)

[è anche detto errore di allineamento]

ERRORI SISTEMATICI

Avvengono sempre nello stesso senso; o sempre per difetto o sempre per eccesso.

[Gli errori sistematici non nascono soltanto dall'uso di strumenti difettosi, ma anche dalla maniera in cui è condotta la misura]

2.3 Valore medio ed errore

DEF: Se si fanno diverse misure, si sceglie come risultato della misura il valore medio, che è il rapporto fra la somma delle misure e il numero delle misure.

DEF: l'errore massimo (o semidispersione massima) è uguale alla differenza tra il valore massimo e il valore minimo divisa per 2.

DEF: Il risultato di una misura si esprime scrivendo il valore medio più o meno l'errore

Valore medio $\pm$ errore

Si può considerare come errore il più grande fra l'errore massimo e la sensibilità.

DEF: L'errore relativo è il rapporto fra l'errore ed il valore medio.

DEF: L'errore percentuale è l'errore relativo espresso in forma percentuale

$e\% = (e \text{ relativo}) \times 100$

2.4. Incertezza delle misure indirette

Il valore più plausibile di tutte le grandezze derivate è quello che si ottiene facendo le operazioni necessarie sui dati sperimentali ottenuti

Errore sulla somma e sulla differenza

L'errore sulla somma o sulla differenza di dati sperimentali è uguale alla somma dei corrispondenti errori.

Errore sul prodotto e sul quoziente

L'errore sul prodotto e sul quoziente di due misure è uguale alla somma degli errori relativi sulle singole misure

2.5 Le cifre significative

Le cifre significative di una misura sono le cifre certe e la prima cifra incerta

(136±2)

13: cifre significative

6: cifra incerta

Le cifre significative nelle operazioni

1) Moltiplicazione e divisione di una misura per un numero. Il risultato deve avere le stesse cifre significative della misura

2) Moltiplicazioni e divisioni di misure il risultato deve avere lo stesso numero di cifre significative della misura meno precisa

3) Bisogna prima arrotondare le misure in modo che abbiano come ultima cifra quella della misura con incertezza più grande

2.6 La notazione scientifica

DEF: un numero scritto in notazione scientifica è il prodotto di due fattori:
un coefficiente compreso fra 1 e 10 e una potenza di 10.

DEF: l'ordine di grandezza di un numero è la potenza di 10 che più si avvicina a quel numero.

2 LE LEGGI SPERIMENTALI

Osservazioni per il docente: si potrebbe fare una introduzione storica distinguendo lo studio della fisica prima di Galileo e dopo Galileo.

Si potrebbe anche proporre ai ragazzi di fare delle ricerche sul METODO SPERIMENTALE e sulla VITA DI GALILEO per dare una collocazione storica all'argomento.

In particolare si dovrà sottolineare che le ricerche e gli studi di Galileo sulla meccanica permisero di sviluppare il metodo scientifico anche noto come metodo di galileiano, applicato ancora oggi con successo nello studio dei fenomeni naturali



Si racconta che Galileo Galilei mentre si trovava nel duomo di Pisa, alzò lo sguardo e vide il grande lampadario di bronzo in fondo alla navata centrale che stava oscillando.

Apparentemente, la durata di quelle oscillazioni restava sempre uguale, nonostante la loro ampiezza diminuisse sempre più.

Galileo utilizzò il battito del suo cuore come orologio per misurare la durata di queste oscillazioni e scoprire che era davvero sempre la stessa.

Esperimento compiuto da Galileo per verificare la relazione fra l'ampiezza e la durata di un'oscillazione, ripetiamo l'esperimento con un pendolo:

Se spostiamo il pesetto dalla posizione di equilibrio e lo lasciamo libero, questo comincia ad oscillare con un moto che si ripete nel tempo con le stesse caratteristiche:

DEF: IL PERIODO E' L'INTERVALLO DI TEMPO IMPIEGATO A COMPIERE UN'OSCELLAZIONE COMPLETA (AVANTI E INDIETRO) CIOE' A TORNARE NELLA POSIZIONE INIZIALE.

[a- Relazione fra il periodo del pendolo e la lunghezza](#)

[Tutte le tabelle ed i grafici utilizzate devono essere costruite nel laboratorio di informatica durante la rielaborazione dei dati ottenuti nel Laboratorio di Fisica]



Possiamo osservare sperimentalmente che accorciando la lunghezza del pendolo la durata delle oscillazioni diminuisce.

Per cercare la relazione fra il periodo T e la sua lunghezza l , misuriamo per diverse lunghezze il periodo.

La lunghezza è misurata con un regolo di sensibilità $0,001\text{m}$.

Per ogni lunghezza indichiamo nella tabella il periodo di oscillazione medio, calcolato su un totale di dieci misure effettuate con un cronometro con sensibilità di $\Delta T = 0,1\text{s}$.

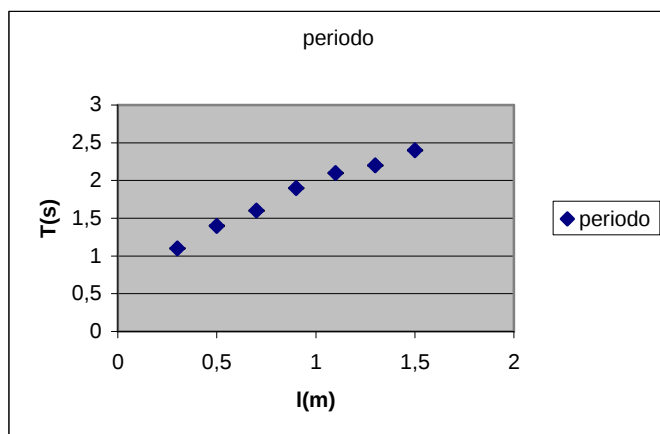
L'incertezza associata è il valore dello scarto quadratico medio per le dieci misure eseguite.

Risultati

N. prova	$l(\text{m})$	$T(\text{s})$
1	$1,500 \pm 0,001$	$2,4 \pm 0,1$
2	$1,300 \pm 0,001$	$2,2 \pm 0,1$
3	$1,100 \pm 0,001$	$2,1 \pm 0,1$
4	$0,900 \pm 0,001$	$1,9 \pm 0,1$
5	$0,700 \pm 0,001$	$1,6 \pm 0,1$
6	$0,500 \pm 0,001$	$1,4 \pm 0,2$
7	$0,300 \pm 0,001$	$1,1 \pm 0,2$

Possiamo osservare che abbiamo accorciato il filo di 20 cm alla volta.

Riportiamo i valori su un grafico:



E' stato indicato nel grafico l'errore di misura facendo corrispondere un segmento verticale che ha per estremi $l + \Delta l$ e $l - \Delta l$ con Δl è lo scarto.

b- LA LEGGE DI OSCILLAZIONE DEL PENDOLO

(Vogliamo fare osservare ai ragazzi che la curva ottenuta non è una retta, e che vogliamo osservare che relazione c'è tra l la lunghezza ed il quadrato del periodo).

N. prova	$l(\text{m})$	$T^2(\text{s}^2)$
1	$1,500 \pm 0,001$	$5,8 \pm 0,5$
2	$1,300 \pm 0,001$	$4,8 \pm 0,4$

3	1,100±0,001	4,4±0,4
4	0,900±0,001	3,6±0,4
5	0,700±0,001	2,6±0,3
6	0,500±0,001	2,0±0,6
7	0,300±0,001	1,2±0,4

Per calcolare lo scarto quadratico su ΔT^2 abbiamo applicato la formula

$$\frac{\Delta(ab)}{\overline{ab}} = \frac{\Delta(a/b)}{\overline{a/b}} = \frac{\Delta a}{\overline{a}} + \frac{\Delta b}{\overline{b}}$$

Per calcolare lo scarto quadratico medio

$$\frac{\Delta T^2}{T^2} = 2 \frac{\Delta T}{T}$$

Facciamo il calcolo dello scarto per la prima misurazione:

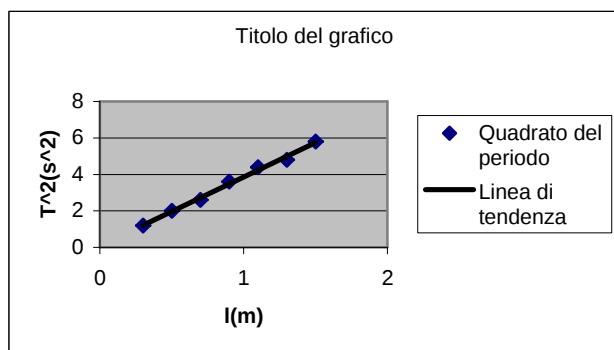
$T=2,4s$

$\Delta T=0,1s$

Vale:

$$\Delta T^2 = 2 \cdot (2,4s) \cdot (0,1s) = 0,48s^2 \approx 0,5s^2$$

Costruiamo il grafico



La linea che meglio approssima i valori sperimentali ottenuti è una retta, e questo conferma la relazione di proporzionalità diretta fra l e T^2 .

Quindi la relazione di proporzionalità diretta che esiste fra la radice quadrata della lunghezza l e il periodo di oscillazione T di un pendolo si può esprimere mediante la formula:

$$T = k\sqrt{l}$$

con k costante positiva.

Quindi l'esperimento effettuato con il pendolo ci ha fornito come risultato una legge (T dipendente da l) esprimibile tramite una formula $T = k\sqrt{l}$ che lega le due grandezze T ed l .

Potevamo osservare la stessa cosa calcolandoci il rapporto fra l/T^2 nella tabella otteniamo:

l/T^2
0,25
0,25
0,27
0,25
0,25
0,27
0,25

c- MODELLI E TEORIE

Osservazione:

Ci sono tanti tipi di pendoli con caratteristiche diverse (ad es :altalena, lampadario,ecc..) come la lunghezza del filo, il materiale e la forma del peso attaccato all'estremità del filo.

Noi vogliamo sempre osservare la relazione fra T ed l .

Per scrivere la legge che descrive il comportamento dei diversi pendoli, si tratta di sostituire i singoli pendoli con un modello:

DEF: IL MODELLO E'UNA DESCRIZIONE SEMPLIFICATA DI UN INSIEME DI FENOMENI, CHE SI BASA SU OSSERVAZIONI E SU LEGGI SPERIMENTALI.

Osserviamo che i MODELLI E LE LEGGI SPERIMENTALI hanno un campo di applicabilità.

-La legge sperimentale che lega il periodo di un'oscillazione del pendolo alla lunghezza del filo non dipende dall'ampiezza delle oscillazioni, purchè queste siano abbastanza piccole.

-Se l'ampiezza delle oscillazioni diventa eccessiva, cioè superiore a circa un decimo della lunghezza del filo la legge sperimentale non è più verificata.

Quindi il modello del pendolo ha un campo di validità limitato, ed anche la legge sperimentale.

LO SCOPO DELLA FISICA

È di COSTRUIRE MODELLI DI FENOMENI NATURALI.

Perché un modello sia considerato valido deve essere in accordo con gli esperimenti.

Se un ricercatore fa un esperimento ed ottiene un risultato diverso da quello previsto e questo risultato negativo è confermato, allora il modello non è più valido per tutti i fenomeni che si intende descrivere.

Gli scienziati hanno il compito di inventare un modello nuovo, che sia in accordo con il nuovo esperimento e con tutti gli altri fatti in precedenza

Il vecchio modello non deve essere scartato, perché spesso continua ad essere valido, anche se in un ambito di fenomeni più ristretto.

I MODELLI SCIENTIFICI NON SONO VALIDI PER SEMPRE SONO VALIDI FINO A PROVA CONTRARIA.

LE VERITÀ DELLA SCIENZA NON SONO ASSOLUTE, MA PROVVISORIE E MIGLIORABILI.

I MODELLI SCIENTIFICI DEVONO:

- basarsi su dati sperimentali
- essere esposti alla falsificazione, cioè contenere affermazioni che possano essere contraddette da nuovi esperimenti.

UN MODELLO ARTICOLATO CHE INTEGRA DIVERSE LEGGI Sperimentali IN UN QUADRO PIÙ VASTO E CON UN CAMPO DI APPLICABILITÀ MOLTO AMPIO VIENE DETTO TEORIA.

PROVIAMO ORA A RISPONDERE AL QUESITO INIZIALE

Risposta la quesito iniziale: Quante lettere sono stampate nel libro di fisica?

Di certo non è conveniente contare tutte le lettere di un libro, ed un risultato così preciso è del tutto inutile, poiché ci aspettiamo un numero molto grande, che differenza fa sapere che le lettere sono 10 o 100 in più o in meno?

Dobbiamo utilizzare un altro procedimento:

- Quante lettere ci sono in una riga? Basta contarne il numero di 5-10 righe prese a caso e fare una media.
- Quante sono le righe in una pagina? Anche qui contiamo le righe in una decina di pagine e facciamo una media
- Quante sono le pagine? Basta guardare l'ultima e moltiplicando questi dati, otteniamoli risultato.

FACENDO UNA STIMA SI HA IL VANTAGGIO DI OTTENERE RAPIDAMENTE UN'INFORMAZIONE SULL'ORDINE DI GRANDEZZA DELLA QUANTITÀ IN GIOCO.

Altri esempi:

-Quante persone sono presenti ad una manifestazione?

-Quante strade ci sono in una città **CRITERI DI VALUTAZIONE**

Ad ogni esperienza svolta in laboratorio si dovrà consegnare una relazione che seguirà una struttura fornita dal docente.

STRUTTURA DELLA RELAZIONE:

1-OBIETTIVI:

2-MATERIALE:

3-ESECUZIONE DELL'ESPERIMENTO:

4-DATI:

5-ANALISI DEI DATI DELLA TABELLA:

6-ANALISI DEI DATI CON IL METODO GRAFICO:

7-CONCLUSIONI:

Tempi dell'intervento didattico

1-Di che cosa si occupa la fisica?	6 ore
2-LA MISURA_____	4 ore
3-Le leggi sperimentali_____	8 ore
4-verifica sommativa_____	2 ore
5-correzione verifica_____	1 ora

Le 21 ore sono il corrispondente circa ai primi due mesi di lezione del primo quadrimestre.

VERIFICA SOMMATIVA (2 ore)

Classe I Liceo Scientifica 'BROCCA'

1. Una pallina di gomma viene lasciata cadere da un'altezza di 2m.

Un gruppo di studenti misura con un cronometro l'intervallo di tempo che la pallina impiega per arrivare a terra, ecco i valori

MISURA	VALORE(s)
1	0,75
2	0,57
3	0,69
4	0,48
5	0,82
6	0,55
7	0,65
8	0,62
9	0,59
10	0,42

a) Calcola il valore medio e l'errore massimo delle misure

b) La sensibilità del cronometro è 0,01s. Come esprimi in modo corretto il risultato della misura?

2. La misura del periodo di oscillazione di un pendolo ha dato come risultato 15,0 s con un errore percentuale di 14%

a) Calcolare l'errore di misura

b) La sensibilità del cronometro utilizzato è di 0,3s. Come puoi scrivere il risultato?

3. Misuriamo la lunghezza del lato di un tavolo con un metro da muratore che ha la sensibilità di 1mm.

Troviamo i dati sperimentali seguenti

Misure	Valori
1	1,718
2	1,722
3	1,717
4	1,716
5	1,718
6	1,719

- a) Calcola il valore medio dei dati raccolti
- b) Calcola l'errore massimo della misura ed il corrispondente errore relativo.

4. Scrivi i numeri in forma decimale arrotondando al numero di cifre significative indicato

NUMERO	CIFRE SIGNIFICATIVE	NUMERO DECIMALE
π	4	
1/3	3	
7/3	3	
7/6	4	
1/153	2	

5. Un gruppo di studenti misura otto volte l'intervallo di tempo impiegato da un pendolo per compiere un'oscillazione completa. Il cronometro utilizzato ha una sensibilità di 0,1s.

Le misure ottenute sono:

MISURA	VALORE(s)
1	25,8
2	24,0
3	21,0
4	23,8
5	23,8
6	23,0
7	20,2
8	20,8

- a) Calcolare il valore medio e l'errore massimo delle misure
- b) Esprimi il risultato della misura con il corretto numero di cifre significative
- c) Calcolare l'errore percentuale

TABELLA DI VALUAZIONE DELLA VERIFICA

Esercizio	Punteggio
1	2
2	2
3	2
4	1
5	3

Punteggio	Voto in decimi
0-3	3
3.1-4.4	4
4.5-5.4	5
5.5-6.4	6
6.5-7.4	7
7.5-8.5	8
8.6-10	9

Bibliografia prima unità didattica

1-Boni E., De Michele F., Mayer M **Approccio alla fisica**, paravia, 1990

2-U. Amaldi, **La fisica di Amaldi Idee ed esperimenti, Introduzione alla fisica**, Zanichelli 2007

3-Amaldi **La fisica per i licei scientifici**, volume 1, Zanichelli 1997

4-Caforio, Ferilli **NUOVA PHYSICA**, volume 1, le monnier 1995

DESTINATARI: una classe terza liceo scientifico Brocca:
nei programmi inserita come :

-Cinematica. Moti e sistemi di riferimento.

Moto rettilineo, moto su traiettoria curvilinea qualsiasi.

Moto circolare uniforme, moto armonico.

In orario 3 ore settimanali

Obiettivi di apprendimento:

Conoscenze

- o moto (posizione, velocità, accelerazione), le equazioni orarie e i grafici
- o rappresentazione vettoriale delle grandezze fisiche e operazioni con i vettori: somma tra due e più vettori (parallelogramma, punta-coda e componenti), differenza, prodotto di un vettore per uno scalare
- o moto rettilineo uniforme
- o moto rettilineo uniformemente accelerato
- o moto piano
- o moto circolare uniforme
- o moto parabolico

Competenze

- o saper interpretare i grafici relativi ai moti studiati
- o modellizzare i fenomeni fisici usando la rappresentazione vettoriale
- o applicare le leggi dei moti studiati in una e due dimensioni
- o saper applicare la trigonometria a semplici problemi di cinematica

Capacità

- o saper utilizzare le conoscenze e le competenze acquisite per risolvere problemi anche in contesti diversi

Metodologie:

In aula: gli argomenti verranno affrontati utilizzando contemporaneamente lezioni frontali e dialogiche in modo da favorire una partecipazione attiva e una attenzione continuativa degli alunni. Gli alunni potranno dare il loro contributo mediante osservazioni e domande.

1)verranno svolti esercizi di diverso tipo e di difficoltà crescente in modo che permettano anche il ripasso della teoria.

2)Verranno assegnati degli esercizi a casa scelti con difficoltà crescente, in modo che gli studenti possano acquisire una maggiore sicurezza ed autonomia nello svolgere gli esercizi.

3) Sarà effettuata la correzione in classe di quegli esercizi che hanno comportato più incertezze e difficoltà.

In laboratorio:

Si realizzeranno delle esperienze finalizzate a dare l'idea di cosa significhi procedere sperimentalmente, rilevando ed elaborando i dati.

Si utilizzerà in modo particolare il software excel per tracciare i grafici relativi ai dati raccolti.

I ragazzi dovranno elaborare delle relazioni relative alle esperienze di laboratorio riportando il materiale usato, i dati raccolti, la loro elaborazione e la formalizzazione teorica. A tali relazioni si attribuirà un voto che contribuirà a fornire la valutazione finale dello studente.

Contenuti:

Il percorso didattico è suddiviso in due unità didattiche:

1. moto rettilineo
2. moto nel piano

Tempi dell'intervento didattico:**Unità didattica 1: moto rettilineo**

Argomento	Tempi spiegazione	Tempi esercitazione
Sistemi di riferimento- posizione-spostamento- distanza-istante-punti materiali - traiettoria - moto rettilineo-uniforme	2h	2h
Diagrammi spazio-tempo Velocità-tempo	1h	
Moto rettilineo uniformemente accelerato	2h	2h
Diagrammi velocità-tempo E accelerazione –tempo	1h	
Equazioni generali del moto rettilineo uniformemente accelerato	2h	2h
Verifica sommativi	2h	
Correzione verifica	1h	

Totale tempi 17 ore, circa un mese e mezzo

Unità didattica 2: moti piani

Argomento	Tempi spiegazione	Tempi esercitazione
Moto nel piano-i vettori	2h	2h
Moto circolare	4h	2h
Laboratorio in aula	2h	
Laboratorio in giostre	1h	
Moto parabolico	2h	1h
Esercitazioni		2h
Verifica sommativa	2h	
Correzione verifica	1h	
Laboratorio a Mirabiliandia	Giornata di studio e di divertimento	

Totale tempi 21 ore, circa 2 mesi.

Sviluppo dei contenuti

UNITA' DI DATTICA 2: MOTO RETTILINEO

Osservazione per il docente: essendo uno dei primi argomenti da svolgere in una classe III, facciamo alcuni richiami di tipo generale.

Cenni storici:

Nella spiegazione dei moti fornita da alcuni filosofi greci, i moti fondamentali erano: il moto rettilineo e il moto circolare perché secondo loro due erano le linee semplici: la linea retta, quella circolare.

Anche oggi si dedica a questi due tipi di moti un'attenzione particolare perché i moti rettilinei sono soprattutto i moti terrestri, i moti circolari sono approssimativamente i moti dei pianeti del sistema di riferimento.

Il ramo della fisica che studia i moti è la meccanica, che si suddivide a sua volta in:

- 1) cinematica che descrive come avviene il moto
- 2) dinamica che indaga sulle cause del moto
- 3) statica analizza le condizioni di equilibrio dei corpi

Si studierà la cinematica, partendo dal caso più semplice : il moto rettilineo uniforme

1. sistema di riferimento, posizione, spostamento, punti materiali - traiettoria - moto rettilineo

Osservazione: per poter dare l'idea di un sistema di riferimento si può far pensare ai ragazzi come individuare la propria posizione all'interno della classe?

Avranno sicuramente la necessità di prendere un punto come riferimento, nel modo classico della 'battaglia navale'.

Per analizzare questo tema gradualmente pensiamo di spostarci lungo una linea retta e quindi dobbiamo osservare: dove ci troviamo inizialmente (posizione iniziale), dove ci troviamo dopo un certo periodo di tempo (posizione finale) dire rispetto a cosa ci stiamo muovendo (**sistema di riferimento**)

Schematizziamo il sistema di riferimento con una retta.



DEF: La **posizione** è individuata da un numero sull'asse di riferimento che indica il punto in cui si trova il corpo in movimento rispetto all'origine del sistema

Osserviamo:

Utilizzando un orologio ad ogni posizione occupata si può associare una lettura simultanea del cronometro.

Osserviamo che se rispettivamente nella posizione iniziale e nella posizione finale si eseguono due letture di orologio, l'intervallo di tempo trascorso sarà individuato dalla differenza fra lettura finale e lettura iniziale.

DEF: L'evento è la combinazione tra una posizione dell'oggetto e la relativa lettura sul cronometro, cioè un istante che non è un intervallo di tempo.

Si parla di posizione istantanea.

DEF: La distanza è la lunghezza complessiva del tragitto

DEF: Cambiamento di posizione = posizione finale - posizione iniziale = **SPOSTAMENTO**

$$x_f - x_i = \Delta x$$

Quindi, lo spostamento è avvenuto in un certo "intervallo" di tempo

Lo spostamento può essere sia positivo che negativo vediamo perché: se il movimento avviene lungo il verso positivo dell'asse x oppure in senso contrario. Poiché nel caso $x_f > x_i$ se

risulta $\Delta x = x_f - x_i > 0$, vale a dire il cambiamento di posizione è positivo; ma se $x_i > x_f$ e $\Delta x = x_f - x_i < 0$ vale a dire lo spostamento è negativo.

DEF: Il cambiamento di posizione può essere negativo o positivo a seconda che il moto avvenga nel verso opposto o meno a quello dell'asse di riferimento

Osservazioni:

- In definitiva il sistema di riferimento è qualcosa rispetto al quale misurare gli spostamenti e le velocità.
- operativamente un sistema di riferimento necessita di un sistema di assi cartesiani e di un osservatore, nel caso di moto rettilineo possiamo pensare il moto su una retta.

Osservazioni:

limitiamo lo studio al moto dei corpi le cui dimensioni sono trascurabili rispetto a quelle dello spazio in cui avvengono, in questo caso si parla di **punti materiali**, cioè oggetti così piccoli da poter essere rappresentati da un solo punto geometrico dotato di massa.

La **traiettoria** è costituita dall'insieme dei punti dello spazio occupati da un corpo in movimento nei vari istanti in cui è in moto.

Nei casi in cui il punto materiale si muove lungo una traiettoria che è un segmento di retta parleremo di **moto rettilineo**.

2. moto rettilineo uniforme

Un moto si dice rettilineo uniforme se :

- la traiettoria è rettilinea, cioè il moto si svolge lungo una linea retta,
- la velocità è costante in qualunque intervallo del percorso, cioè in tempi uguali sono percorsi spazi uguali

esempi: moto di un'auto in una strada rettilinea quando il tachimetro indica la stessa velocità.



>

La velocità nel moto rettilineo uniforme è definita come il rapporto fra lo spostamento e il tempo impiegato per percorrerlo.

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

L'equazione dimensionale della velocità $[v] = [L][T^{-1}]$ cioè la velocità è data dal rapporto fra una lunghezza ed un tempo.

Nel SI l'unità di misura è il metro al secondo (m/s).

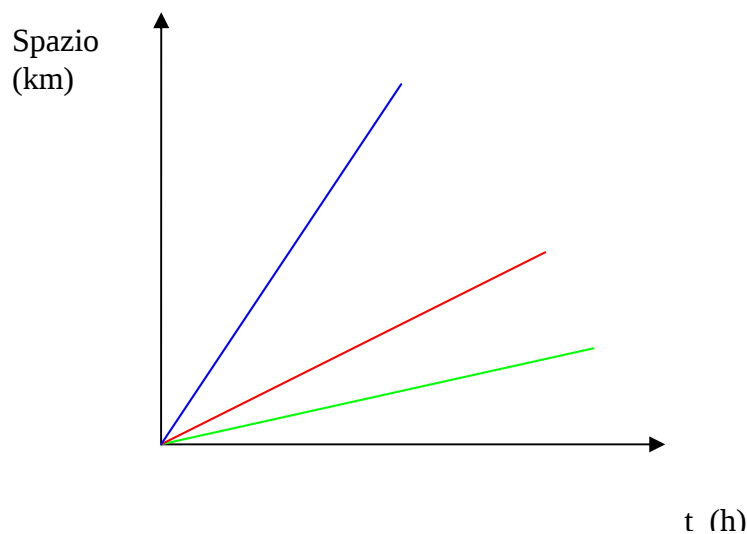
Osservazione:soffermarsi sempre nel ricavare le formule inverse:

$\Delta s = v\Delta t$ che permette di calcolare lo spazio percorso in un intervallo di tempo Δt e alla velocità v .

3- DIAGRAMMI SPAZIO-TEMPO e VELOCITÀ-TEMPO

È possibile rappresentare graficamente il moto rettilineo uniforme riportando su un diagramma cartesiano sull'asse delle x il tempo e sull'asse delle y le posizioni occupate dal corpo in movimento.

I grafici di questo tipo si chiamano **DIAGRAMMI SPAZIO-TEMPO** o **DIAGRAMMI ORARI DEL MOTO**



Questo potrebbe essere il grafico dei diagrammi orari di 3 auto, all'istante iniziale le tre auto si trovano nel medesimo punto di partenza, ma descrivono rette diverse perché viaggiano a diverse velocità.

Maggiore è la velocità maggiore è la pendenza della retta.

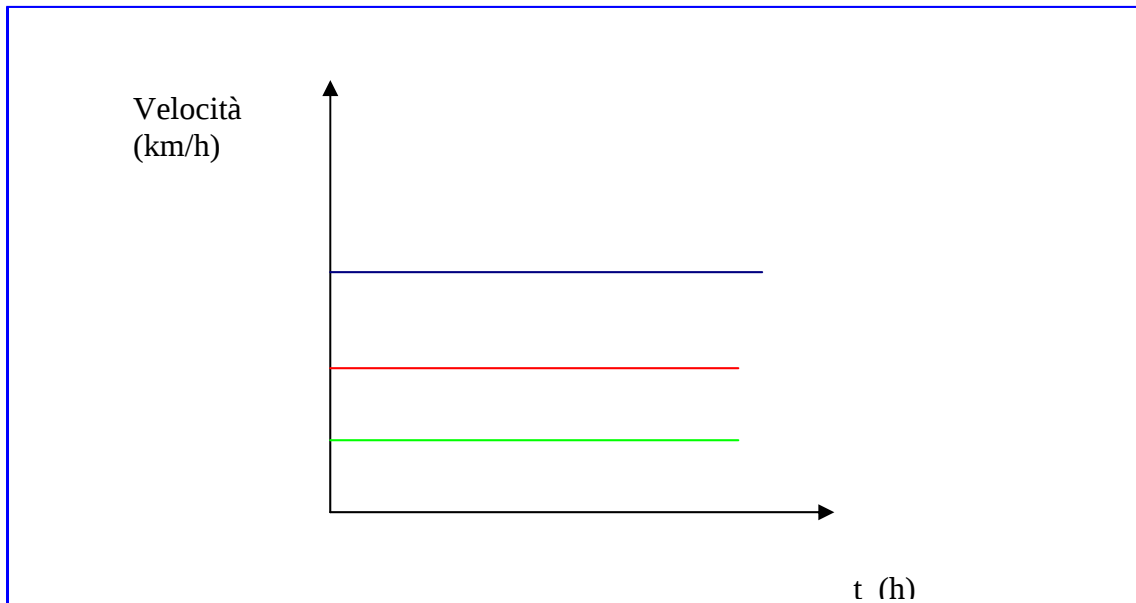
A parità di tempo trascorso è maggiore lo spazio percorso dall'auto più veloce.

In termini matematici il coefficiente angolare della retta rappresenta la velocità.

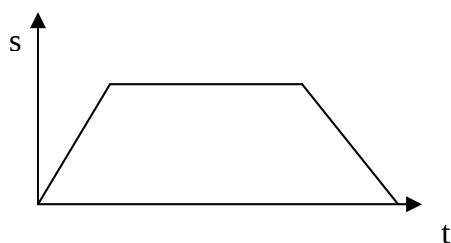
IL MOTO RETTILINEO UNIFORME POTREBBE ESSERE DEFINITO COME IL MOTO IL CUI DIAGRAMMA ORARIO È COSTITUITO DA UNA RETTA.

Possiamo ora considerare i DIAGRAMMI VELOCITÀ-TEMPO, cioè riportare sull'asse delle x il tempo e sull'asse delle y la velocità.

Nel caso di moto rettilineo uniforme si otterrà sempre una retta parallela all'



ESERCITARSI A LEGGERE I DIAGRAMMI SPAZIO TEMPO



Descrive il moto di un corpo che parte da un punto $s_0 = 0$, si muove con velocità costante v fino all'istante t_1 , poi sta fermo fino all'istante t_2 e infine, sempre con velocità costante torna al punto di partenza

EQUAZIONI GENERALI DEL MOTO RETTILINEO UNIFORME

Se all'istante iniziale, cioè quando il cronometro segna 0, il corpo si trova nella posizione s_0 di partenza, l'equazione oraria del moto rettilineo uniforme diventa

$$s = s_0 + vt$$

Poiché abbiamo detto che la velocità è costante scriviamo

$$v = k$$

Mettendo insieme le 2 formule precedenti diciamo che sono le equazioni del moto rettilineo uniforme.

3.MOTO RETTILINEO UNIFORMEMENTE ACCELERATO

Velocità media- velocità istantanea

Supponiamo di percorrere con la nostra automobile un tratto di autostrada sulla quale ci sono degli osservatori muniti di cronometro con il quale misurano l'istante di tempo in cui l'auto passa nella posizione in cui si trovano.

Posizione x (km)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Istante t (h)	-	-	0,00	0,05	0,10	0,20	0,40	0,60	0,68	0,73	0,75

Calcoliamo gli spostamenti e i rispettivi intervalli di tempo: es. $x_3 - x_2$ e $t_3 - t_2$; $x_5 - x_4$ e $t_5 - t_4$; $x_7 - x_5$ e $t_7 - t_5$; $x_6 - x_2$ e $t_6 - t_2$.

Ora calcoliamo i rispettivi rapporti $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ nei vari casi:

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{1}{0,05} = 20; \quad \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{1}{0,10} = 10: \text{ a parità di spostamento e al raddoppiare dell'intervallo di}$$

tempo il valore del rapporto dimezza

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{2}{0,40} = 5; \quad \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{4}{0,40} = 10: \text{ a parità di tempo e al raddoppiare dello spostamento il valore}$$

del rapporto raddoppia.

Il rapporto fra lo spostamento e l'intervallo di tempo in cui è avvenuto prende il nome di **velocità**

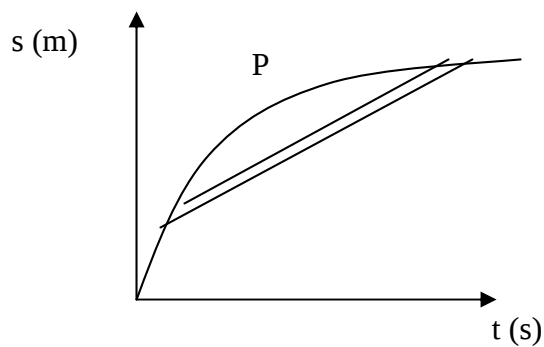
media: $v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t}$

Nel sistema internazionale la sua unità di misura è il $\frac{m}{s}$.

Ricordiamo inoltre che $1 \frac{km}{h} = 1 \frac{1000m}{3600s} = 0,278 \frac{m}{s}$.

E' evidente che la velocità media dipende dall'intervallo considerato. E' necessario allora introdurre il concetto di velocità istantanea così definita:

LA VELOCITA' ISTANTANEA E' LA VELOCITA' CHE IL CORPO POSSIEDE IN UN DETERMINATO ISTANTE; PER LA PRECISIONE, ESSA E' LA VELOCITA' MEDIA CALCOLATA IN UN INTERVALLO DI TEMPO MOLTO PICCOLO CONTENENTE L'ISTANTE CONSIDERATO



Calcoliamo la velocità media in 3 intervalli sempre più piccoli che contengono il punto P, otteniamo

	$\Delta s(m)$	$\Delta t(s)$	v_m
Intervallo più grande	$55-20=35$	$8-1=7$	5
Intervallo intermedio	$53-30=23$	$7-2=5$	4,6
Intervallo piccolo	$50-37=13$	$6-3=3$	4,3

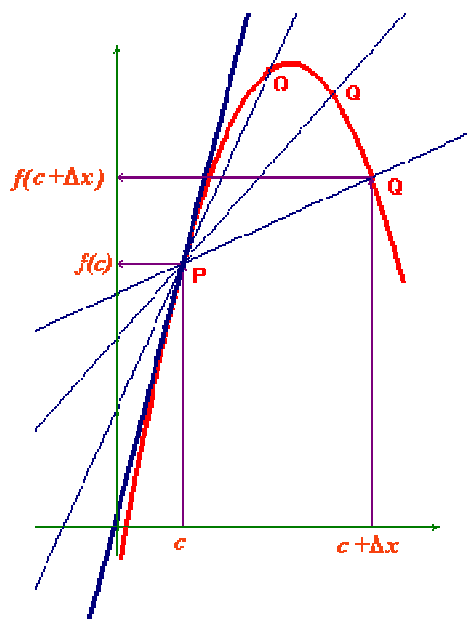
Assumiamo che la velocità istantanea nel punto P la velocità calcolata in un intervallo molto piccolo, contenente P.

Da un punto di vista matematico, la definizione rigorosa di velocità istantanea in un determinato istante è:

DEF: LA VELOCITA'ISTANTANEA E' IL LIMITE CUI TENDE LA VELOCITA' MEDIA IN UN CERTO INTERVALLO DI TEMPO, CONTENENTE L'ISTANTE CONSIDERATO, QUANDO L'INTERVALLO STESSO TENDE A ZERO.

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} v_m = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

La velocità istantanea rappresenta la pendenza cioè il coefficiente angolare, della retta tangente alla curva nel punto P, cioè la posizione 'limite' delle rette secanti quando i due punti A e B, estremi dell'intervallo tendono a coincidere.



In un moto uniforme la velocità istantanea è costante e uguale a quella media.

In un moto qualunque la velocità istantanea è costante e uguale a quella media.

IN UN MOTO QUALUNQUE LA VELOCITA' ISTANTANEA E' DIVERSA DA QUELLA MEDIA, SI PARLA DI MOTO VARIO.

Dal punto di vista matematico:

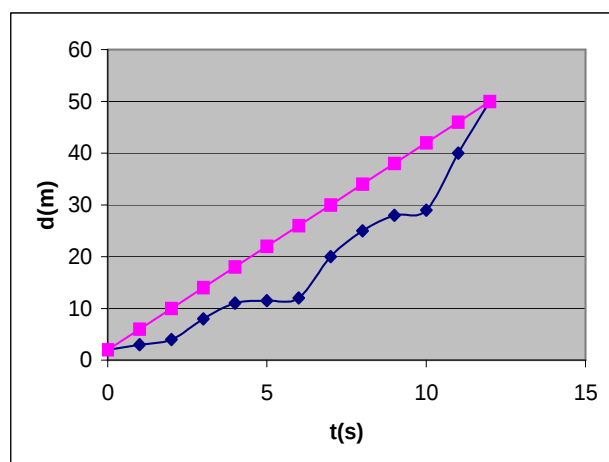
LA VELOCITA' MEDIA è costante relativamente a un certo intervallo di tempo, mentre la VELOCITA' ISTANTANEA è una funzione del tempo, nel senso che cambia al passare del tempo.

ACCELERAZIONE MEDIA

Per capire come varia la velocità in un moto rettilineo non Uniforme è necessario introdurre una nuova grandezza l'accelerazione.

L'ACCELERAZIONE MEDIA E' IL RAPPORTO TRA LA VARIAZIONE DELLA VELOCITA' DEI UN CORPO E L'INTERVALLO DI TEMPO IN CUI AVVIENE TALE VARIAZIONE. IN SIMBOLI:

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



l'unità di misura dell'accelerazione è m/s^2 , la dimensione fisica è $[a] = [LT^{-2}]$.

Definiamo l'ACCELERAZIONE ISTANTANEA come l'accelerazione posseduta in un determinato istante, come il limite a cui tende l'accelerazione media in un certo intervallo di tempo quando l'intervallo stesso tende a 0.

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} a_m = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

4.IL MOTO RETTILINEO UNIFORMEMENTE ACCELERATO

Il moto di un corpo che avviene su una traiettoria rettilinea con accelerazione costante si dice moto rettilineo uniformemente accelerato.

Nel moto rettilineo uniformemente accelerato la velocità aumenta proporzionalmente al tempo, quindi se la velocità iniziale è 0 si ha :

$$v=at$$

cioè velocità e tempo sono direttamente proporzionale.

In generale $\Delta v = a\Delta t$, che si può scrivere $v - v_0 = a(t - t_0)$ da cui si ricava la relazione generale fra tempo e velocità nel moto rettilineo uniformemente accelerato.

$$v = v_0 + a(t - t_0)$$

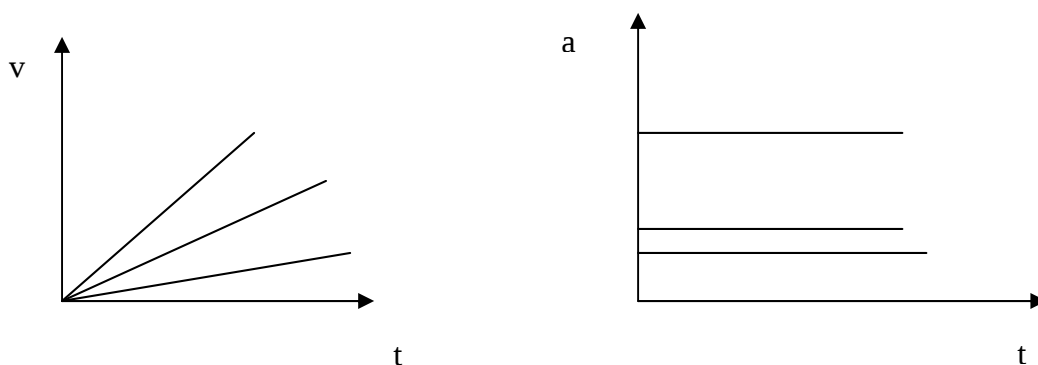
indico con t_0 l'istante iniziale, e con v_0 la velocità all'inizio del moto.

Se $t_0 = 0$, si ottiene $v = v_0 + at$

5. DIAGRAMMI VELOCITÀ'-TEMPO ED ACCELERAZIONE TEMPO

Anche il moto uniformemente accelerato può essere rappresentato graficamente inserendo nell'asse x il tempo, e sull'asse y la velocità: si parla in questo caso di diagramma velocità-tempo.

Il diagramma velocità-tempo del moto uniformemente accelerato con velocità iniziale uguale a zero è una retta passante per l'origine e l'accelerazione rappresenta la pendenza cioè il coefficiente angolare della retta.

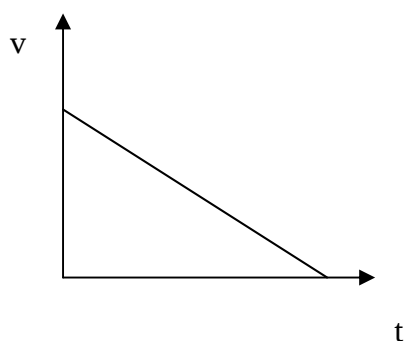


Due corpi che si muovono di moto uniformemente accelerato con identica accelerazione ma con diversa velocità iniziale sono rappresentati su un diagramma velocità-tempo con due rette parallele.

L'accelerazione impressa al corpo può essere positiva oppure negativa, nel primo caso prende il nome di moto accelerato nel secondo caso moto decelerato.

Nel caso di moto decelerato la velocità diminuisce in modo proporzionale al tempo.

Riportiamo di seguito il grafico del **moto decelerato**:



EQUAZIONI GENERALI DEL MOTO RETTILINEO UNIFORMEMENTE ACCELERATO

In un moto rettilineo uniformemente accelerato la velocità varia uniformemente da un valore iniziale minimo a un valore finale massimo.

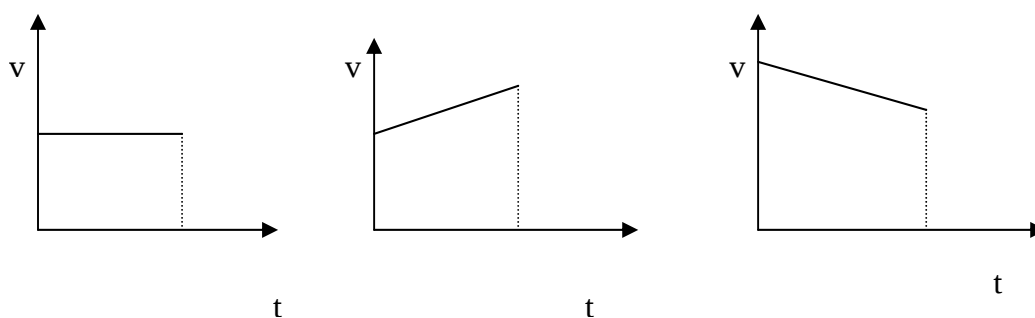
La velocità media si ottiene calcolando la media aritmetica tra la velocità iniziale e la velocità finale del moto accelerato:

$$v_m = \frac{v_f + v_0}{2}$$

Sappiamo anche che per qualunque tipo di moto vale la relazione $v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$, sostituendo otteniamo

$$\Delta s = v_0 \Delta t + \frac{1}{2} a (\Delta t)^2$$

E' possibile dare un'interpretazione grafica alla relazione trovata utilizzando i grafici velocità tempo.



Nel primo grafico riportiamo il diagramma velocità tempo di un moto rettilineo uniforme con $t_0 = 0$

Nel secondo grafico riportiamo il diagramma velocità-tempo nel caso di moto rettilineo uniformemente accelerato con $t_0 = 0$

Nel terzo grafico riportiamo il caso moto rettilineo uniformemente decelerato con $t_0 = 0$.

Ricordiamo che nel moto rettilineo uniformemente accelerato, l'accelerazione è costante, e se consideriamo $t_0 = 0$ diventa $v = v_0 + at$.

La rappresentazione di questo moto nel grafico velocità tempo è una retta inclinata rispetto agli assi.

Calcoliamo ora l'area del trapezio sotteso dalla retta: $S = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$.

OSSERVIAMO: Per qualunque tipo di moto lo spazio rappresenta l'area del diagramma velocità/tempo. La dimostrazione richiede la conoscenza del calcolo integrale che non è affatto argomento da trattare in terza.

VERIFICA SUL MOTO RETTILINEO

QUESITI

Rispondere ai seguenti quesiti giustificando la risposta

1) un'automobile che si muove di moto rettilineo uniforme percorre 300m in 10s.

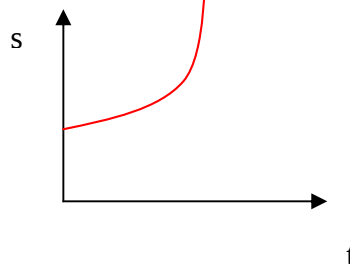
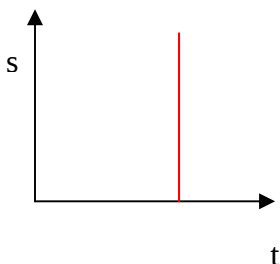
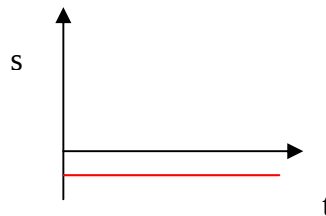
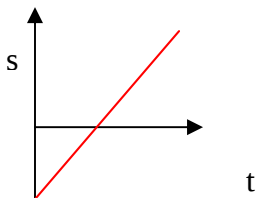
Quanto spazio percorre in un'ora?

- a) 1,8km
- b) 10,8km
- c) 108km
- d) 180km

2) Una velocità di 15m/s corrisponde a:

- a) 15km/h
- b) 36km/h
- c) 48km/h
- d) 54km/h

3) Quale grafico può rappresentare l'andamento della posizione in funzione del tempo nel moto rettilineo uniforme?



4) Riferendoci ai 4 grafici precedenti quale grafico può rappresentare l'andamento dello spazio in funzione del tempo in un moto rettilineo uniformemente accelerato?

5) La velocità media di un corpo si ottiene

- a)calcolando la media aritmetica delle varie velocità del corpo nei diversi tratti del percorso.
- b)calcolando la media aritmetica delle velocità del corpo nel primo e nell'ultimo tratto percorso
- c)dividendo lo spazio totale percorso per il tempo impiegato
- d)prendendo il valore centrale tra le varie velocità del corpo nei diversi tratti del percorso.

PROBLEMI

1)Durante un allenamento due ciclisti partono contemporaneamente dalle estremità opposte di una strada rettilinea lunga 10km e procedono in verso opposto. Il primo si muove con una velocità costante di 36Km/h, il secondo con una velocità costante di 12km/h.

- a)quanto tempo impiega ciascuno dei due ciclisti a percorrere l'intera lunghezza della strada?
- b)dopo quanto tempo e in quale posizione i due ciclisti si incontrano?

2)Nel percorso da casa a scuola un ragazzo impiega 20 minuti a percorrere il primo chilometro, poi si riposa per 10minuti e infine impiega 15minuti a percorrere il secondo chilometro.

- a)Calcolare il tempo complessivo e la velocità media sull'intero percorso
- b>Rappresenta con un diagramma spazio- tempo l'intero viaggio
- c)Calcola in quale tratto si è mosso con velocità maggiore.

3)Un'automobile parte da ferma con un'accelerazione costante uguale a $4m/s^2$

- a)Calcola la velocità raggiunta dopo 5 secondi
- b) Calcola, quanto tempo è necessario per raggiungere la velocità di 100km/h
- c)Se raggiunti i 100km l'auto inizia a frenare con decelerazione costante di $3m/s^2$ calcola quanto impiega a fermarsi.
- d)Rappresenta con un grafico velocità- tempo il moto dell'auto

4)Un'automobile parte da ferma con accelerazione costante uguale a $2,5m/s^2$

- a)Calcola quanto tempo impiega a percorrere il primo chilometro
- b)Quale velocità raggiunge alla fine del primo chilometro?
- c)Se, percorso il primo chilometro, inizia a frenare con decelerazione costante di $3m/s^2$ quanto spazio percorre durante la frenata?
- d)Rappresenta con un diagramma spazio- tempo il moto dell'auto

Questiti- problemi	punteggio
Quesito 1	2
Quesito 2	2

Quesito 3	2
Quesito 4	2
Quesito 5	2
Problema 1	3
Problema 2	4
Problema 3	5
Problema 4	5

punteggio	Voto in decimi
0- 8,1	3
8.2- 10,8	4
10,9- 13,5	5
13,6- 16,2	6
16,3- 18,9	7
19- 21,6	8
21,7- 24,3	9
24,4- 27	10

UNITA' DI DATTICA 2: MOTO NEL PIANO

Sviluppo dei contenuti

1. moto nel piano- i vettori

Osservazione: Nella vita quotidiana non ci sono solo moti rettilinei: basti pensare al tragitto che dobbiamo compiere per giungere da un posto all'altro della nostra città.

Quindi nel piano le grandezze fisiche come lo spostamento e la velocità sono caratterizzate da un numero che esprime l'intensità o il valore, una direzione ed un verso.

Per rappresentarle si usano I VETTORI che sono enti matematici caratterizzati da:

- un modulo(detto anche intensità, cioè il numero che esprime il valore rispetto a un'unità di misura)
- una direzione
- un verso

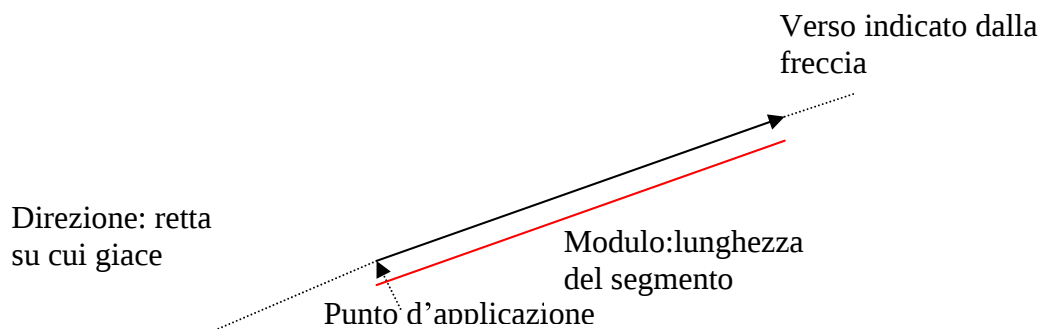
Graficamente i vettori sono rappresentati da frecce:

- il modulo è indicato dalla lunghezza del segmento
- il verso dalla punta della freccia
- la direzione dalla retta su cui giace il segmento

-il punto in cui si fissa l'inizio del vettore si chiama punto d'applicazione.

La notazione usata in fisica è la seguente: $\vec{a}$

Per rappresentare il modulo di tale vettore si scrive la lettera senza freccia $|\vec{a}| = a$



GRANDEZZE VETTORIALI _ GRANDEZZE SCALARI

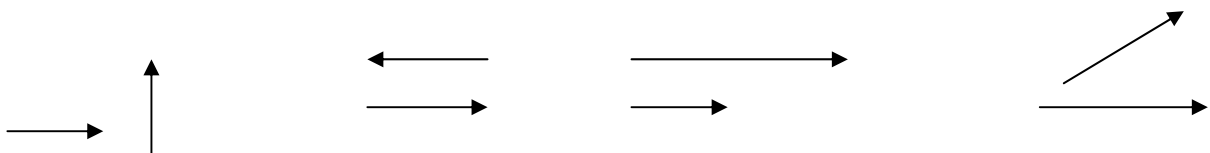
Una grandezza vettoriale è una grandezza caratterizzata da un'intensità, una direzione ed un verso.

Le grandezze non vettoriali cioè caratterizzate solo da un valore numerico, sono dette grandezze scalari o semplicemente scalari.

Es: lo spostamento, la velocità, l'accelerazione → grandezze vettoriali

Il tempo, il volume, l'area → grandezze scalari

Esercizio



Per ciascuna coppia di vettori dire se hanno in comune verso direzione o intensità.

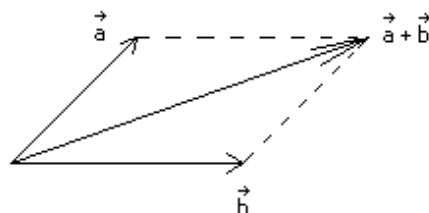
2- DEFINIAMO ORA LE OPERAZIONI FRA GRANDEZZE VETTORIALI

SOMMA

$$\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$$

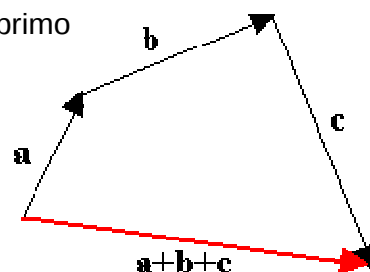
Regola del parallelogramma:

Dati due vettori $\vec{a}$ e $\vec{b}$ applicati ad uno stesso punto, il vettore somma è individuato dalla diagonale del parallelogramma che ha per lati i due vettori



Regola del poligono (regola punta- coda)

Se i vettori da sommare sono più di due, occorre traslarli rigidamente nel piano, operazione che non altera le loro caratteristiche, e devono essere disposti uno di seguito all'altro in modo che il punto di applicazione del secondo deve coincidere con la fine del primo

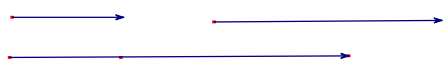


Mediante il software Cabri si può osservare che nel caso di due vettori, può essere applicata la regola del poligono ed si ottiene lo stesso finale ottenuto con la regola del parallelogramma.

CASI PARTICOLARI

Somma di vettori con la stessa direzione

a) con lo stesso verso $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$



b) con verso opposto $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$



c) con verso opposto e stesso modulo $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b} = 0$



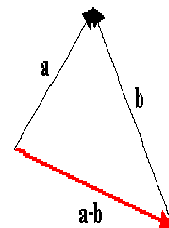
POSSIAMO OSSERVARE CHE

La **somma** dei vettori è indipendente dall'ordine con il quale i vettori vengono sommati.

LA DIFFERENZA

La **differenza** $\vec{d}$ tra $\vec{a}$ e $\vec{b}$ è quel vettore che sommato a $\vec{b}$ dà come risultato $\vec{a}$.

$$\vec{d} = \vec{a} - \vec{b} = \vec{a} + (-\vec{b})$$



PRODOTTO DI UNO SCALARE PER UN VETTORE

Il **prodotto** di uno scalare k per un vettore $\vec{a}$ è ancora un vettore che ha la stessa direzione e lo stesso verso del vettore dato e modulo pari a k volte il modulo di $\vec{a}$.



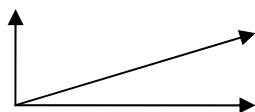
$K=3$



$$\vec{b} = k\vec{a}$$

COMPONENTI DI UN VETTORE:

La **scomposizione** di un vettore consiste nel trovare due vettori disposti lungo due direzioni prefissate, la cui somma sia uguale al vettore di partenza.



QUESITO: cosa accade se le direzioni assegnate sono ortogonali?

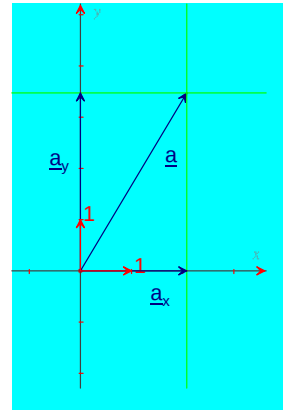
In tal caso considerato un sistema di riferimento ortogonale di origine O e un vettore $\vec{a}$ rappresentato con una freccia applicata in O lo scomponiamo lungo le direzioni x e y nei vettori $\vec{a}_x$ e $\vec{a}_y$, che vengono detti (vettori) componenti, in modo tale che $\vec{a} = \vec{a}_x + \vec{a}_y$.

Possiamo introdurre due "unità misura" per i vettori: i **versori**, cioè due vettori di lunghezza pari a 1.

Il primo che indichiamo con il simbolo $\hat{x}$ ha la direzione e il verso del semiasse x positivo. Il secondo che indichiamo con il simbolo $\hat{y}$ ha la direzione e il verso del semiasse y positivo.

Potremo scrivere allora ciascun vettore componente di $\vec{a}$

come il prodotto di un numero (a_x modulo del vettore $\overline{a_x}$) per il versore corrispondente. Otteniamo dunque che: $\overline{a_x} = a_x \hat{x}$ e $\overline{a_y} = a_y \hat{y}$.



Il vettore $\overline{a}$ di componenti cartesiane $\overline{a_x}$ e $\overline{a_y}$ risulta essere espresso come

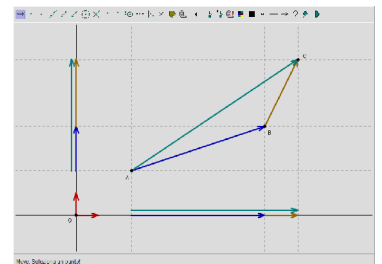
$$\overline{a} = \overline{a_x} + \overline{a_y} = a_x \hat{x} + a_y \hat{y}.$$

Fissato un sistema di riferimento ortogonale ogni vettore del piano è identificato in maniera univoca da due numeri: le **componenti cartesiane**.

E se le direzioni assegnate non sono ortogonali.

L'introduzione delle componenti cartesiane consente di effettuare la somma di uno o più vettori non solo graficamente ma anche algebricamente:

In tal caso il vettore $\overline{AB}$ si esprime come $A_x \hat{x} + A_y \hat{y}$; analogamente il vettore $\overline{BC}$ come $B_x \hat{x} + B_y \hat{y}$; e quindi la somma sarà il vettore $\overline{AC}$ dato da $(A_x + B_x) \hat{x} + (A_y + B_y) \hat{y}$.



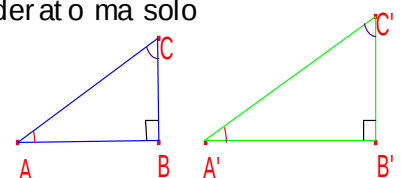
Le componenti del vettore somma di due o più vettori sono la somma delle componenti corrispondenti dei vettori di cui si fa la somma.

OSSERVAZIONE DIDATTICA

A questo punto del programma, in una terza liceo scientifico non conoscono la trigonometria, quindi dopo aver introdotto le funzioni goniometriche seno, coseno, tangente, considerando la similitudine fra triangoli.

Si fornirà una tabella ai ragazzi con il valore delle funzioni goniometriche negli angoli noti.

Considerate i triangoli simili in figura vale che il rapporto tra la misura di un cateto e dell'ipotenusa è una grandezza che non dipende dal triangolo considerato ma solo dall'angolo $\hat{A} = \hat{A}'$

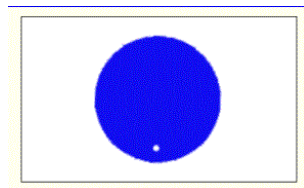


Vale cioè che $\frac{\overline{BC}}{\overline{CA}} = \frac{\overline{B'C'}}{\overline{C'A'}} = \sin \hat{A}$ e $\frac{\overline{AB}}{\overline{AC}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{A'C'}} = \cos \hat{A}$; $\frac{\overline{BC}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{B'C'}}{\overline{A'B'}} = \tan \hat{A}$ da cui si ricava che

$$\overline{BC} = \overline{CA} \sin \hat{A}, \quad \overline{AB} = \overline{AC} \cos \hat{A}, \quad \overline{AC} = \frac{\overline{BC}}{\sin \hat{A}} = \frac{\overline{AB}}{\cos \hat{A}}.$$

3. IL MOTO CIRCOLARE

se pensiamo alla puntina di un giradischi e la schematizziamo con un punto possiamo dire che si muoverà su una circonferenza



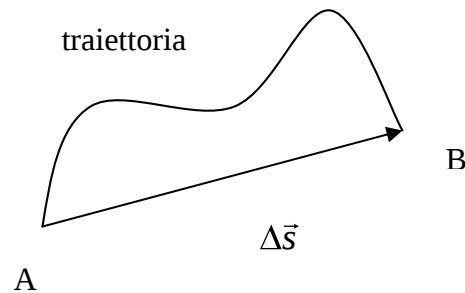
Un **moto circolare** è un moto piano la cui traiettoria è una circonferenza.

Osservazione: se prendiamo una **corda** e leghiamo ad una estremità un **sasso**, e lo facciamo roteare sopra alla nostra testa, parallelamente al suolo. La prima cosa che possiamo osservare è che se lasciamo andare la corda il sasso sfugge via prendendo una direzione diversa a seconda del punto della traiettoria in cui si trova al momento del lancio.

Possiamo dedurre che nel moto circolare la direzione della velocità cambia continuamente, e che la velocità non è più esprimibile solamente con un valore numerico ma con una grandezza vettoriale.

VETTORE SPOSTAMENTO

Il vettore spostamento che indichiamo con $\Delta \vec{s}$ in generale non coincide con la traiettoria del corpo in movimento, ma è il vettore individuato dal punto di partenza e di arrivo nell'intervallo di tempo considerato.



VELOCITÀ NEL MOTO CIRCOLARE (VELOCITÀ TANGENZIALE E VELOCITÀ ANGOLARE)

Per qualunque tipo di moto, la velocità istantanea è definita come il limite cui tende la velocità media, quando l'intervallo di tempo tende rispetto al quale viene calcolata tende a zero.

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Ora ridefiniamo la velocità media e la velocità istantanea tenendo conto del carattere vettoriale.

La velocità vettoriale media diventa

$$\vec{v}_m = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$$

osserviamo quali sono le grandezze vettoriali $\Delta \vec{s}$ e $\vec{v}_m$, e l'unica grandezza scalare è Δt .

In modo analogo si può definire **la velocità vettoriale istantanea**

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$$

Si può osservare che la velocità istantanea ha la stessa direzione e lo stesso verso del vettore spostamento istantaneo ed assume quindi la direzione della retta tangente.

NEL MOTO CIRCOLARE la velocità istantanea è sempre tangenziale, cioè in qualunque istante è sempre diretta secondo la tangente alla circonferenza.

Se il moto oltre ad essere circolare è anche **uniforme**, cioè se in tempi uguali vengono percorsi archi uguali, sulla circonferenza, segue che **il modulo della velocità istantanea è costante ed è uguale al modulo della velocità media.**

Il modulo viene calcolato come lo spazio percorso in un giro completo e il tempo impiegato a percorrerlo.

Ora definiamo cosa intendiamo per periodo, frequenza.

Il **periodo** T del moto circolare uniforme è l'**intervallo di tempo** che la particella impiega per percorrere un giro completo sulla circonferenza.

La sua unità di misura nel S.I. è quella del tempo, cioè il secondo (s).

Esempio: Dire che il periodo è 10 s vuol dire che il punto impiegherà 10 s per compiere un giro completo e ritornare alla stessa posizione iniziale.

La **frequenza** f del moto circolare uniforme è il numero di giri che la particella compie nell'unità di tempo.

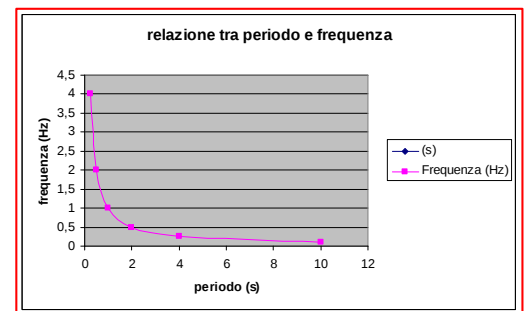
La sua unità di misura nel S.I. è l'hertz (Hz).

Esempio: Dire che la frequenza è 10 Hz vuol dire che il punto compie 10 giri in un secondo.

Che relazione intercorre fra T e f ;

$$T = \frac{1}{f}$$

Dal grafico si può dedurre la relazione di inversa proporzionalità che lega le due grandezze.

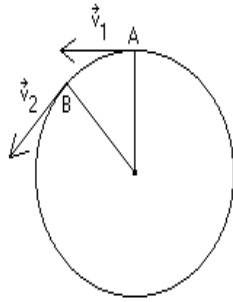


Dopo aver chiarito cosa intendiamo per periodo e frequenza, possiamo definire il modulo della velocità istantanea:

IL MODULO DELLA VELOCITÀ ISTANTANEA vale:

$$v = \frac{2\pi r}{T} \quad \text{oppure espressa in funzione della frequenza:} \quad v = 2\pi r f$$

IN UN MOTO CIRCOLARE UNIFORME LA VELOCITÀ ISTANTANEA È COSTANTE IN MODULO, MA CAMBIA CONTINUAMENTE IN DIREZIONE. LA DIREZIONE È SEMPRE QUELLA DELLA TANGENTE ALLA CIRCONFERENZA NELL'INTERVALLO CONSIDERATO.



Esempio: Calcolare il valore della velocità tangenziale di rotazione di una giostra di raggio 5 m che fa un giro completo in 8s.

$$v = \frac{2\pi \cdot 5m}{8s} \cong 3,9m/s$$

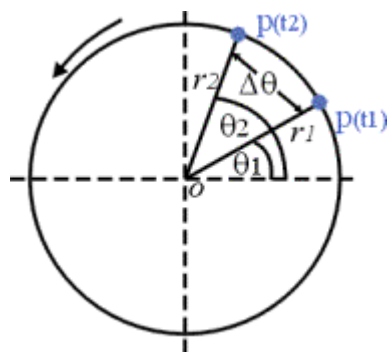
OSSERVIAMO CHE UNA GIOSTRA E' TANTO PIU' DIVERTENTE QUANTO PIU' E' ELEVATA LA SUA VELOCITA' TANGENZIALE, pertanto il suo raggio è importante che sia il più grande possibile.

VELOCITA' ANGOLARE

Il moto circolare uniforme si caratterizza anche per un'altra velocità la velocità angolare ω . Possiamo infatti pensare che mentre il punto che si trova sulla circonferenza si muove di moto circolare uniforme, il vettore che congiunge il centro della circonferenza con la posizione del corpo in ogni istante descrive degli angoli al centro.

La velocità angolare è definita come il rapporto fra l'angolo al centro descritto nell'intervallo di tempo e l'intervallo di tempo stesso.

$$\omega = \frac{\Delta\alpha}{\Delta t}$$



Con $\Delta t = t_2 - t_1$, $\Delta\alpha = \alpha_2 - \alpha_1$

NEL S.I gli ANGOLI SI MISURANO IN RADIANTI (rad)!!!

E LA VELOCITÀ ANGOLARE SI MISURA IN (rad/s)

Cosa sono i radianti?

Osserviamo: In una classe terza non è stata ancora trattata la trigonometria.

Quindi si spiegherà di dare un significato intuitivo di ciò che si intende per radiante, che verrà compreso fino in fondo nel momento in cui si farà una trattazione matematica:

Il radiante è così definito:

UN ANGOLO HA AMPIEZZA DI UN RADIANTE SE CORRISPONDE A UN ARCO DI LUNGHEZZA UGUALE AL RAGGIO.

La misura in radianti di un angolo è uguale in generale al rapporto fra la lunghezza dell'arco corrispondente e la misura del raggio.

$\alpha_r = \frac{l}{r}$ dove α_r : misura dell'angolo in radianti, l : lunghezza dell'arco di circonferenza ed r : la misura del raggio.

PROVIAMO ORA A CONVERTIRE LE MISURAZIONI DEGLI ANGOLI DA GRADI A RADIANTI

1) L'angolo di 360° a quanti radianti corrisponde? $\alpha_r = \frac{2\pi r}{r} = 2\pi$

2) per trasformare qualsiasi angolo da gradi a radianti basterà applicare la seguente proporzione:

$$\alpha_r : \alpha^\circ = 2\pi : 360^\circ$$

3) A quanti gradi corrisponde 1 radiante?

$$\alpha^\circ = \frac{360^\circ}{2\pi} \cong 57^\circ$$

Riprendiamo ora il discorso relativo alla velocità angolare.

La **dimensione fisica** della velocità angolare è $[\omega] = \left[\frac{\Delta\alpha}{\Delta t} \right] = \left[\frac{1}{T} \right] = [T^{-1}]$

Relazione della velocità angolare con il raggio:

ment re la velocità tangenziale è direttamente proporzionale al raggio della circonferenza, la velocità angolare non dipende dal raggio e viene utilizzata per caratterizzare il moto circolare uniforme, che è indipendente dalla distanza rispetto al centro della rotazione.

Il valore della velocità angolare è costante nel moto circolare uniforme, allora possiamo calcolare

La velocità angolare su un intero giro:

$$\omega = \frac{\Delta\alpha}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

In un moto circolare uniforme, in intervalli di tempo uguali il vettore che individua il raggio percorre angoli uguali.

Relazione fra velocità angolare e velocità tangenziale:

$$\omega = \frac{v}{r}$$

ACCELERAZIONE CENTRIPETA

Abbiamo già detto che nel moto circolare uniforme il suo modulo è costante ma la sua direzione cambia continuamente (pensiamo al sasso legato alla corda.)

Poiché ad ogni variazione di velocità corrisponde un'accelerazione. Nel moto circolare uniforme

la variazione di direzione del vettore velocità determina un'accelerazione.

DEFINIAMO: L'accelerazione vettoriale media:

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

Possiamo osservare che anche questa è una grandezza vettoriale, la direzione ed il verso del vettore accelerazione vettoriale media è la stessa del vettore $\Delta\vec{v}$.

Infatti il vettore $\vec{a}_m$ è ottenuto dal prodotto di $\frac{1}{\Delta t}$ che è uno scalare, con $\Delta\vec{v}$ che è un vettore.

Consideriamo 2 istanti di tempo t_1 e t_2 ad essi saranno associati i due vettori velocità v_1 e v_2 .

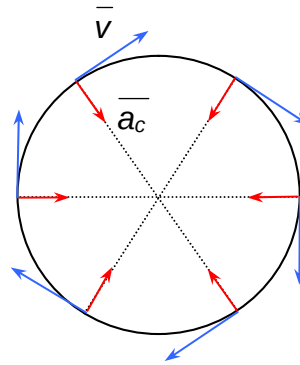
Si può osservare graficamente che il vettore $\Delta\vec{v} = v_2 - v_1$, cioè la differenza di velocità che ha in corpo nei 2 istanti. Trasformandola nella somma di vettori $\Delta\vec{v} = v_2 + (-v_1)$ ed applicando la regola del parallelogramma, otteniamo il vettore $\Delta\vec{v}$ graficamente.

DEFINIAMO: L'accelerazione istantanea

Facciamo tendere a 0 l'intervallo di tempo Δt , quindi l'angolo α , (cioè l'angolo formato dal raggio nel suo spostamento) tende ad annullarsi, ed il vettore $\Delta \vec{v}$ tende a diventare perpendicolare al vettore velocità e diretto verso il centro della circonferenza.

Dato che il vettore velocità è tangente alla traiettoria, il vettore accelerazione istantanea avrà la stessa direzione del raggio, che in una circonferenza è sempre perpendicolare alla retta tangente alla circonferenza nel punto considerato.

L'ACCELERAZIONE I STANTANEA nel moto circolare uniforme è in ogni istante diretta verso il centro della circonferenza che rappresenta la traiettoria ed è perciò detta **accelerazione centripeta**.



Calcoliamo il modulo del vettore accelerazione nel moto circolare uniforme

Possiamo considerare i due triangoli uno formato dai 2 vettori velocità v_1 e v_2 e l'altro triangolo formato dai raggi r_1 e r_2 .



Questi 2 triangoli sono isosceli ed hanno l'angolo compreso uguale, quindi sono simili.

Denotando con

$$|\vec{r}_1| = |\vec{r}_2| = r \quad |\vec{v}_1| = |\vec{v}_2| = v$$

per la similitudine possiamo scrivere

$$\frac{\Delta s}{r} = \frac{\Delta v}{v} \quad \text{segue} \quad \Delta v = \frac{v \Delta s}{r}$$

Il modulo dell'accelerazione media sarà:

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v \Delta s}{r \Delta t} = \frac{v v}{r} = \frac{v^2}{r}$$

L'accelerazione media è quindi costante in modulo dato che dipende soltanto da grandezze come

Modulo della velocità e raggio che nel moto circolare uniforme sono costanti.

POI CHE' L'accelerazione media non dipende dall'intervallo di tempo considerato, possiamo dire che essa coincide con l'accelerazione istantanea, che è anche essa costante in modulo ma varia

in direzione $a = \frac{v^2}{r}$

FORMULARIO:

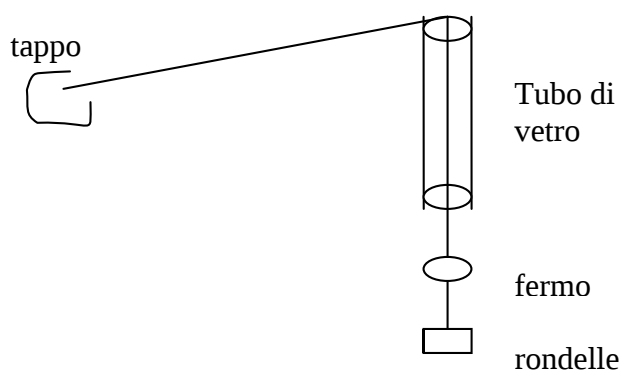
Velocità angolare	$\omega = \frac{v}{r}$; $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$
Velocità tangenziale	$v = \frac{2\pi r}{T}$; $v = 2\pi r f$
Accelerazione	$a = \frac{v^2}{r}$ $a = \omega^2 r$

ATTIVITA' DI LABORATORIO

Si compongono dei gruppi di due o tre persone è meglio condurre l'esperimento all'aperto o in palestra.

Materiale:

- tubo di vetro con diametro esterno di 9mm, e lungo 15cm
- Corda di nylon del tipo della lenza da pesca lunga 1,5m
- tappo di gomma
- graffetta (o fermo) indica il movimento della corda in su o in giù.
- massa composta da rondelle di acciaio di circa 6 grammi ciascuna.
- cronometro



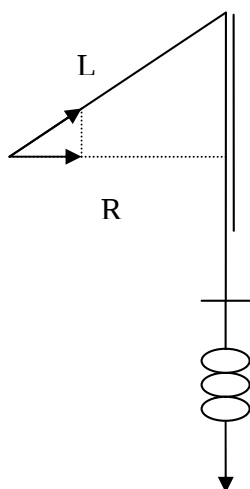
Procedimento:

il tubo di vetro viene fatto muovere in modo da descrivere una piccola traiettoria circolare sopra la vostra testa, il tappo di gomma si muove anch'esso con una traiettoria circolare orizzontale alla fine del filo di nylon.

Schematizziamo ciò che succede:

-Con la lettera L indichiamo la lunghezza del filo dal tappo al punto in cui esce dall'estremità superiore del tubo.

-Con la lettera R indichiamo il raggio della circonferenza che viene descritta durante il movimento.



Possiamo osservare che la 'forza di gravità' esercitata dalle rondelle è trasmessa al tappo attraverso il filo, mg

Inoltre noi sappiamo che nel moto circolare uniforme l'accelerazione centripeta è sempre diretta come il raggio, possiamo dire in generale che il modulo della forza centrifuga:

$$F_c = a_c m$$

Possiamo osservare dal disegno che si formano 2 triangoli simili, quindi possiamo dire che

$$\frac{L}{mg} = \frac{R}{F_c}$$

quindi possiamo considerare la grandezza L come se fosse il raggio R
e la grandezza mg come se fosse la nostra F_c

visto che il loro rapporto è lo stesso.

SVOLGIMENTO DELL'ESPERIMENTO

1)Fissare il fermo in maniera opportuna da avere una lunghezza $L=90\text{cm}$, e si fissano i giri pari a 20

e si farà variare il numero delle rondelle:

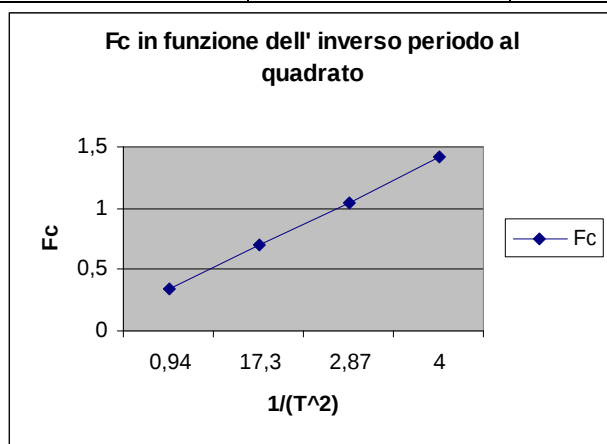
Raggio	Giri	Numero Rondelle	Tempi(s)
90cm	20	6	20,6
90cm	20	12	15,2
90cm	20	18	11,7

90cm	20	24	10,0
------	----	----	------

Ricordiamo che la massa di 6 rondelle è: 36,1g, otteniamo la tabella seguente

Ora rielaboriamo i dati ottenuti:

Raggio (m)	Fc (N)	T (s)	1/(T ²) (s ⁻²)	Fc T ² (N · s ⁻²)
0.90	0.354	1.03	0.94	0,38
0.90	0.708	0.7	2.04	0,41
0.90	1.05	0.59	2.87	0,37
0.90	1.42	0.50	4.00	0,35



possiamo osservare che esiste una proporzionalità diretta fra Fc e 1/(T²).

Che equivale a dire che esiste una proporzionalità inversa fra Fc e (T²).

Infatti misurando il valore della pendenza dal grafico pari a 0,36.

Che è all'incirca il valore ottenuto nell'ultima colonna.

OSSERVAZIONE:

Infatti dalla formula $a = \frac{v^2}{r} = \frac{4\pi^2 r^2}{T^2 r} = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$ si può osservare che l'accelerazione centripeta è inversamente proporzionale a T^2 , come ottenuto nell'esempio precedente.

2) Ripetiamo la stessa esperienza variando il raggio otterremo altre tabelle identiche alla precedente:

Raggio	Giri	Numero Rondelle	Tempi(s)
75cm	20	12	13,9
75cm	20	18	10,8
75cm	20	24	6,7

Rielaboriamo la tabella come prima

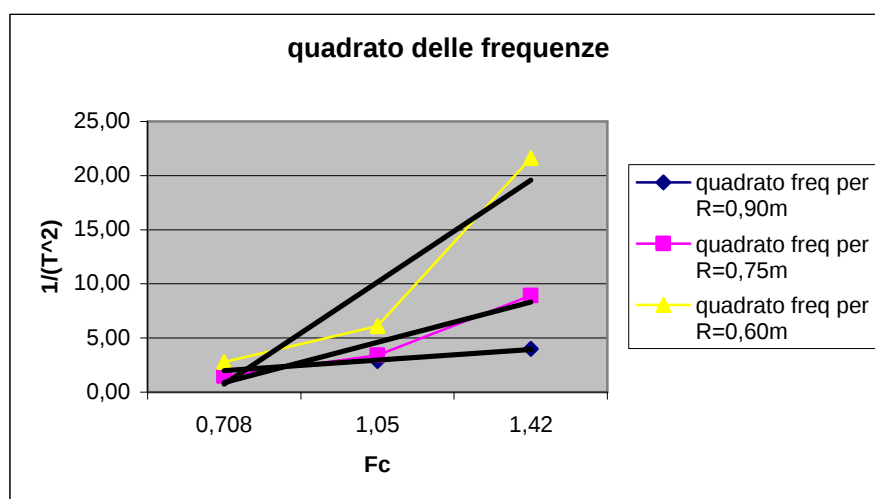
Raggio (m)	Fc (N)	T (s)	1/(T ²) (s ⁻²)	Fc T ² (N · s ⁻²)
------------	--------	-------	--	--

0,75	0.708	0,695	1,49	0,34
0,75	1.05	0,54	3,42	0,30
0,75	1.42	0,335	8,91	0,15

Raggio	Giri	Numero Rondelle	Tempi(s)
60cm	20	12	12,0
60cm	20	18	8,1
60cm	20	24	4,3

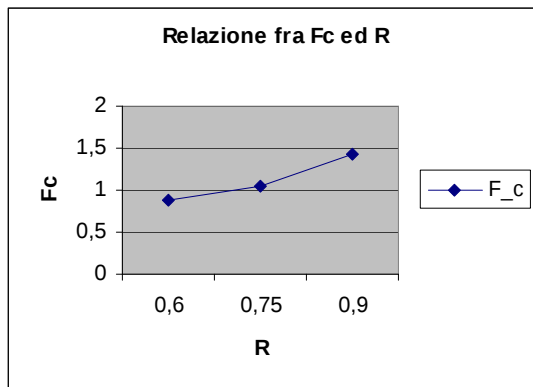
Rielaboriamo la tabella come prima

Raggio (m)	Fc (N)	T (s)	$1/(T^2)$ (s^{-2})	Fc T^2 ($N \cdot s^{-2}$)
0,60	0.708	0,6	2,77	0,254
0,60	1.05	0,405	6,09	0,172
0,60	1.42	0,215	21,62	0,065



Ora fissando una frequenza al quadrato pari a $5 s^{-2}$ possiamo ricavare dal grafico precedente e riprodotto su carta millimetrata le coppie di valori di Fc e di R e costruire il grafico.

Raggio	Fc
0,60	0,879
0,75	1,05
0,90	1,43



Si può osservare che vi è una diretta proporzionalità fra R ed F_c.

In modo equivalemelente possiamo dire che vi è una diretta proporzionalità fra il raggio e l'accelerazione centripeta.

Che è confermato dalla relazione algebrica che lega queste 2 grandezze.

$$a = \frac{v^2}{r} = \frac{4\pi^2 r^2}{T^2 r} = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

LABORATORIO IN GIOSTRA

Materiale necessario un cronometro, carta e penna.

Posizione	Inizio	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	Fine
Istante (s)	...	...	...	...	...

Elaborazione dei dati:

1) quale è il periodo di rotazione della ruota? $T = \dots\dots\dots s$

2) sapendo che il raggio della giostra è di 10 m, quanti metri abbiamo percorso durante una intera rotazione della ruota? $L = \dots\dots\dots m$

3) conoscendo il tempo impiegato a compiere un giro completo e la lunghezza della circonferenza, calcolare la velocità $v = \dots\dots\dots m/s$

4) calcolare la velocità angolare

4. MOTO PARABOLICO

Vogliamo ora determinare il moto di un proiettile:

Ricordiamo:

Le equazioni del moto x e y di un corpo che parte da una posizione iniziale $(x_0; y_0)$ all'istante t_0 con velocità scalare costante:

$$x = x_0 + v_{0x}(t - t_0)$$

$$y = y_0 + v_{0y}(t - t_0)$$

Le equazioni del moto di un corpo che si muove di moto con accelerazione costante in due dimensioni sono:

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{1}{2}a_x t^2$$

$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{1}{2}a_y t^2$$

Un qualunque corpo che viene lanciato e che è lasciato libero di seguire una determinata traiettoria soggetto solo al fatto di essere attratto al centro della terra è un **proiettile**.

Il suo moto è scomposto in un moto verticale uniformemente accelerato e in un moto orizzontale uniforme che sono indipendenti fra loro.

La sua traiettoria è il risultato della composizione dei due moti.

Ricordando le leggi del moto uniforme e del moto uniformemente accelerato avremo che:

Le equazioni di base del moto di un proiettile sono:

$$\begin{aligned}x &= x_0 + v_{0x}t & v_x &= v_{0x} \\ y &= y_0 + v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 & v_y &= v_{0y} - gt\end{aligned}$$

Distingueremo due casi:

- 1) il proiettile è sparato in orizzontale
- 2) il proiettile è sparato in una direzione qualsiasi

NEL PRIMO CASO:

Se partiamo da una posizione $x_0 = 0$, $y_0 = h$ e il proiettile viene sparato orizzontalmente, otteniamo:

$$\begin{aligned}x &= v_0 t & v_x &= v_0 = \text{costante} \\ y &= h - \frac{1}{2}gt^2 & v_y &= -gt\end{aligned}$$

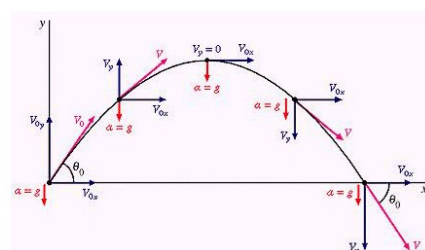
La componente x della velocità rimane costante e la componente y decresce costantemente nel tempo. La x cresce linearmente nel tempo e y decresce proporzionalmente a t^2 .

Che traiettoria seguirà, ricavando t da x e sostituendolo in y :

$$y = h - \left(\frac{g}{2v_0^2} \right) x^2$$

L'equazione ottenuta è del tipo $y = a + bx^2$ con a e b costanti che è l'equazione di una parabola con la concavità verso il basso e vertice in (0;h).

NEL SECONDO CASO: il proiettile è sparato in una direzione qualsiasi



Supponendo che il proiettile viene lanciato con una velocità scalare iniziale v_0 , un angolo ϕ_0 sopra l'orizzontale e dalla posizione iniziale $x_0=0$ e $y_0=0$ risulta che:

$$v_{ox} = v_0 \cos \phi_0 \text{ e } v_{oy} = v_0 \sin \phi_0.$$

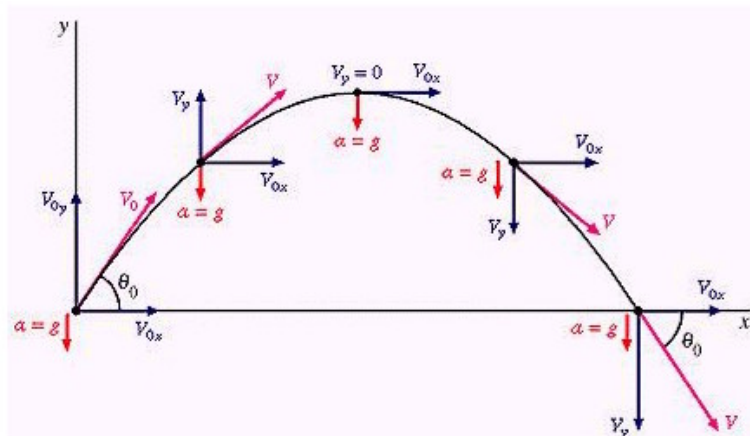
Si osserva che se $\phi_0 = 0$ allora $v_{ox} = v_0$ e $v_{oy} = 0$; mentre se $\phi_0 = 90^\circ$ risulta che $v_{ox} = 0$ e $v_{oy} = v_0$

Le equazioni del moto del proiettile diventano:

$$x = v_{0x}t = (v_0 \cos \phi_0)t$$

$$v_x = v_{0x} = v_0 \cos \phi_0$$

$$y = (v_0 \sin \phi_0)t - \frac{1}{2}gt^2 \quad v_y = v_0 \sin \phi_0 - gt$$



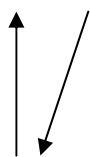
In modo analogo al caso precedente possiamo ricavare una forma più generale dell'equazione della traiettoria: $y = \frac{v_{0y}}{v_{0x}}x - \frac{1}{2} \frac{g}{v_{0x}^2}x^2$ che è ancora l'equazione di una parabola con la concavità rivolta verso il basso.

VERIFICA SOMMATIVA(2 ore)

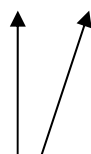
Quesiti

Per ogni quesito giustificare la risposta

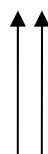
1. Sono rappresentati 4 coppie di vettori aventi tutti modulo uguale. Quale coppia ha la differenza di modulo maggiore?



a)



b)



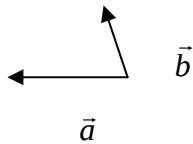
c)



d)

2. La somma e la differenza di 2 vettori hanno lo stesso modulo. Quanto vale l'angolo tra i due vettori?
a) 0° b) 90° c) 180° d) in nessun caso

3. Dati i due vettori seguenti, tracciare il vettore differenza $b - a$ ed il vettore $b - 2a$



4. Due punti materiali P e Q descrivono due traiettorie circolari aventi lo stesso raggio con accelerazioni centripete rispettivamente di modulo a_c e $4a_c$. Quanto vale il rapporto fra le velocità angolari di P e di Q?

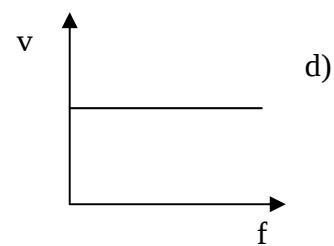
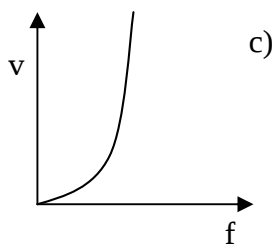
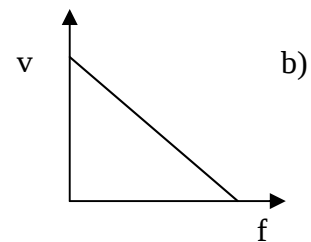
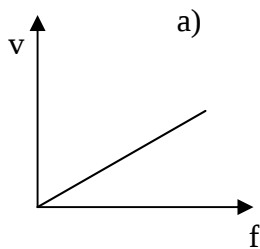
a) 2

b) $1/2$

c) $1/4$

d) non si può rispondere perché non si conosce il raggio,

5. Quale dei grafici qui sotto può rappresentare la relazione tra la velocità tangenziale v di un punto di una giostra a una fissata distanza dall'asse e la frequenza f di rotazione della giostra?



PROBLEMI

1) Due vettori di uguale modulo formano tra loro un angolo di 120° .

Determina il modulo, la direzione e il verso del vettore somma, se il modulo dei due vettori è 12.

2) Un ragazzo esce di casa e cammina per 10 minuti alla velocità di $3,6 \text{ km/h}$.

In seguito percorre per 15 minuti una strada perpendicolare alla prima lunga 800m. Determina lo spostamento totale del ragazzo rispetto al portone di casa.

3) Le ruote maggiori di una locomotrice compiono 120 giri/min. Determina il periodo in secondi e la frequenza in hertz.

Calcola inoltre la velocità e l'accelerazione di una ruota a 50cm dall'asse di rotazione.

4) Un'automobile viaggia alla velocità di 90 Km/h. Determina la velocità tangenziale e l'accelerazione centripeta di un punto di una ruota che dista 20cm dall'asse di rotazione, sapendo che il diametro delle ruote è di 50cm.

5) Dalla cima di una torre alta 100m si spara con un fucile orizzontale un proiettile. Sapendo che il proiettile raggiunge il suolo a 200m dalla base della torre, determinare la velocità orizzontale con la quale il proiettile è stato sparato. Si trascuri la resistenza dell'aria.

6) Dopo quanto tempo il proiettile dell'esercizio precedente raggiunge il suolo? A che altezza dal suolo si trova dopo un tempo pari alla metà di quello che impiega per raggiungere la Terra?

Tabella di Valutazione

Quesiti	Punteggio associato
1	2
2	2
3	2
4	2
5	2

Problemi	Punteggio associato
1	3
2	3

3	3
4	3
5	3
6	3

Punteggio ottenuto	Voto in decimi
0-8	3
8,1-11	4
11,1-14	5
14,1-16.8	6
16.9-19.6	7
19,7-22,4	8
22,5-25,2	9
25,2-28	10

BIBLIOGRAFIA

- 1)G.P.Parodi, **l'evoluzione della FI SI CA**, Paravia
- 2)A. CAforio, A. Ferilli PHYSICA, Le Monnier
- 3)M. CAntelli, Fisica Realtà e modelli, CEDAM

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.