Gabriella Righetti

Lezioni di Fisica

E-Book di Fisica per il Biennio

Volume 1

Garamond
[didattica digitale]

COPIA SAGGIO
Campione gratuito fuori commercio
ad esclusivo uso dei docenti

Via Tevere, 21 Roma

Prima edizione
Volume 1

Cod. ISBN 978-88-86180-61-0

INDICE GENERALE

Introduzione: le grandezze fisiche

La fisica studia i fenomeni naturali e si esprime servendosi delle grandezza fisiche.
Si chiama *grandezza fisica* tutto ciò che può essere misurato, ossia tutto ciò cui è possibile assegnare un valore numerico ed un'unità di misura. Le grandezze fisiche sono classificate in diversi modi.

1. Grandezze fisiche fondamentali e grandezze fisiche derivate.

   Nel 1982, gli scienziati hanno introdotto il sistema internazionale di misura, individuando 7 grandezze fondamentali e la loro unità di misura; tutte le altre grandezze fisiche sono chiamate derivate; infatti, sono date da relazioni matematiche che legano le 7 fondamentali e altre derivate.

2. Grandezze fisiche scalari e grandezze fisiche vettoriali (sezione 1).

3. Grandezze fisiche misurabili direttamente e grandezze fisiche soggette a misura indiretta

   Infine alcune grandezze fisiche sono misurabili direttamente, tramite opportuni strumenti; altre grandezze fisiche, invece, sono valutabili solo attraverso calcoli numerici e si parla di misura indiretta. Tuttavia, alcune grandezze fisiche possono essere misurate sia direttamente che indirettamente.

Grandezza fondamentale	Unità di misura	Tipo	Strumento di misura
Lunghezza (larghezza, altezza, profondità, spazio)	Metro [m]	Scalare	Metro
Tempo	Secondo [s]	Scalare	Cronometro
Massa	Chilogrammo [kg]	Scalare	Bilancia
Temperatura	Grado Kelvin [K]	Scalare	Termometro
Intensità luminosa	Candela [Cd]	Scalare	Luxometro
Intensità di corrente	Ampere [A]	Scalare	Amperometro
Quantità di sostanza	Mole [mol]	Scalare	

Esempi di grandezze derivate, che incontrerai nel corso di fisica.

Grandezza fondamentale	Relazione	Unità di misura	Tipo
Area	$(\text{lunghezza})^2$	Metro quadro $[m^2]$	Scalare
volume	$(\text{lunghezza})^3$	Metro cubo $[m^3]$	Scalare
velocità	$\frac{spazio}{tempo}$	Metro al secondo $[\frac{m}{s}]$	Vettoriale
accelerazione	$\frac{spazio}{(tempo)^2}$	Metro al secondo quadro $[\frac{m}{s^2}]$	Vettoriale
peso	massa · accelerazione di gravità	Newton [N]	Vettoriale
forza	massa · accelerazione	Newton [N]	Vettoriale
lavoro	forza · spostamento	Joule [J]	Scalare

Gli strumenti della fisica

In questa sezione inizierai a familiarizzare con il linguaggio tipico della scienza sperimentale..
È una parte introduttiva ad argomenti, sicuramente più interessati, che andranno però studiati alla luce di quanto apprenderai con questa sezione.

Nella prima unità vedrai cosa sono i vettori, come lavorare con essi; solo a partire dalla prossima sezione capirai quanto sono "potenti".

Nella seconda unità dovrai appropriarti delle proporzionalità, ossia di particolari relazioni matematiche che legano le diverse grandezze fisiche; inoltre è importante che tu presti attenzione ai grafici. Saper leggere un grafico è utile poiché permette di ottenere immediate informazioni sui fenomeni in esame.

LE GRANDEZZE VETTORIALI

PREREQUISITI

[Conoscere le 4 operazioni matematiche – Saper eseguire le 4 operazioni – Saper risolvere le equivalenze – Conoscere il significato di rette parallele e rette perpendicolari – Conoscere le figure geometriche elementari]

OBIETTIVI

[Conoscere il concetto di grandezza vettoriale – Conoscere il concetto di vettore – Saper distinguere grandezze vettoriali dalle grandezze scalari – Saper definire le caratteristiche di una grandezza vettoriale – Saper definire e saper riconoscere vettori opposti, vettori concordi, vettori discordi, vettori paralleli – Saper scrivere e disegnare un vettore - Saper determinare la risultante di vettori concordi e discordi - Saper determinare la risultante di vettori paralleli concordi e discordi] Saper determinare la risultante di vettori concorrenti – Saper spiegare la sottrazione di due vettori – Saper spiegare il prodotto di un vettore per un numero]

Che cosa sono i vettori?

"Il 15 agosto ho fatto un viaggio." - "Però! e dove sei andato?"
"A Parigi" - "Però! e da dove sei partito? sei andato in treno od in aereo od in auto? quanto ti sei fermato?"
"Sono partito da Torino. Ho preso il treno. Ho impiegato circa 10 ore, con diverse fermate e mi sono fermato 10 giorni."
"Quanti km hai percorso per andare a Parigi?" – "Più o meno 770 km, un bel po'!"

Un dialogo semplice. Due amici che parlano delle vacanze. Questo dialogo è, però, pieno di significati fisici. L'analisi delle informazioni fornite sul viaggio permette di comprendere la differenza fra due elementi fondamentali dell'analisi scientifica: la grandezza scalare e la grandezza vettoriale.

La caratteristica delle grandezze scalari

Le informazione sulla *data* di partenza del viaggio, sul *tempo* impiegato per raggiungere Parigi e sulla *durata* del soggiorno non necessitano di ulteriori chiarimenti.
Tutti sanno quando è il 15 agosto e sanno individuare se è già passato (e da quanto) o se deve ancora venire (e fra quanto); tutti sanno quanto sia "lungo"un viaggio di 10 ore od una vacanza di 10 giorni. All'undicesimo giorno bisogna tornare a casa!

Il tempo è una grandezza scalare poiché basta un numero, seguito dall'unità di misura per definirlo in modo completo ed inequivocabile.

Attenzione: la grandezza scalare ha sempre un'unità di misura. Questa caratteristica la distingue dal numero che si utilizza in matematica.

TEMPO	Modulo (numero)	Unità di misura
15 agosto	15	mese
10 ore	10	ore
10 giorni	10	giorni

Le caratteristiche delle grandezze vettoriali

Per soddisfare la curiosità del viaggio, in modo da poterlo eventualmente fare, richiede molte più informazioni; infatti è naturale chiedere *da dove* si è partiti (punto di partenza), *dove* si è arrivati (ossia il punto di arrivo), il mezzo di trasporto, che individua la *direzione* seguita (che cambia se si va per strada, in treno o in aereo) e la *distanza* percorsa.

lo spostamento (in questo esempio da Torino a Parigi) è una grandezza vettoriale poiché deve essere individuato da 4 informazioni:

1. La direzione : la retta su cui agisce la grandezza vettoriale
2. Il verso: l'orientamento della grandezza vettoriale sulla direzione
3. Il modulo: il numero seguito dall'unità di misura (unica caratteristica comune alle grandezze scalari)
4. Il punto di applicazione: indica "il punto di partenza" della grandezza vettoriale

Direzione	La retta immaginaria dell'autostrada
Verso	Dal casello di Torino verso il casello di Parigi
Modulo	770 km del percorso effettuato
Punto di applicazione	Torino

Il vettore

Grandezza vettoriale e vettore non sono la stessa cosa, anche se spesso noi insegnanti usiamo i due termini indifferentemente. Ma non è esatto!

Un'auto che si muove alla velocità di 100 km/h, uno spostamento di 100 km, un peso di 100 kg, sono schematizzati tramite una freccia, ossia un segmento, in cui si evidenza il punto di applicazione e la freccia che individua il p unto di arrivo.

Il vettore è la rappresentazione grafica della grandezza vettoriale

Si definisce vettore il segmento orientato individuato da una freccia, la cui lunghezza è rappresentativa del modulo del vettore.

Una velocità di 100 km/h, uno spostamento di 100 km, una forza di 100 N sono tutte grandezze vettoriali che si possono rappresentare con una freccia lunga, ad esempio, 10 quadretti; a seconda dei casi, è ovvio che 1 quadretto = 10 km/h, oppure 1 quadretto = 10 km, oppure 1 quadretto = 10 N.

Una velocità di soli 50 km/h può essere individuata disegnando una freccia, ovviamente, più corta, ad esempio di 5 quadretti.

Il versore

Si definisce versore un vettore il cui modulo vale sempre e solo 1, seguito dall'unità di misura.
Quindi ad ogni grandezza vettoriale è possibile associare un versore: una freccia di lunghezza 1 unità.
Il versore della velocità sarà un vettore di modulo 1 km/h, oppure 1 m/s, oppure, nel caso di una tartaruga 1 mm/s.
Qual è la sua utilità? Non saprei cosa rispondere. Il versore è utile per semplificare sia calcoli che schemi; non è il caso di aggiungere altro, ma, nel corso degli anni, chi farà studi tecnici avrà modo di incontrarlo.

Il vettore opposto

Come ad ogni numero è possibile associare il suo opposto, semplicemente cambiando il segno, cioè
l'opposto di +3 è - 3 l'opposto di -23 è + 23 l'opposto di -5/3 è +5/3 (l'opposto non il reciproco)
così di ogni vettore è possibile definire in modo chiaro ed inequivocabile il vettore opposto, facendo bene attenzione a descrivere ognuna delle sue 4 caratteristiche. .

Si definisce vettore opposto di un vettore dato il vettore che ha:

1. la stessa direzione del vettore iniziale
2. il verso opposto
3. lo stesso modulo
4. lo stesso punto di applicazione

Si osservi che l'unica informazione diversa rispetto al vettore iniziale è data dal verso; il vettore opposto è rappresentato da una freccia che punta dalla parte opposta a quella del vettore dato.
Si osservi il seguente esempio:

Caratteristiche vettoriali	Spostamento iniziale	Spostamento opposto
Direzione	verticale	verticale
Verso	NORD	SUD
Modulo	10 km	km
Punto di applicazione	Partenza dalla scuola	Partenza dalla scuola

Facendo riferimento al dialogo introduttivo, il vettore opposto è lo spostamento da Parigi a Torino, sempre in autostrada. È vero che ora il punto di applicazione è diverso (Parigi e non Torino), ma è una buona approssimazione.

I vettori concordi

Due o più vettori si definiscono concordi se hanno lo stesso verso, cioè la freccia punta dalla stessa parte. I vettori concordi possono avere la stessa direzione, ossia sono disegnati esattamente sulla stessa retta, oppure direzioni parallele.

I vettori discordi

Due o più vettori si definiscono discordi se hanno verso opposto. I vettori discordi possono avere la stessa direzione, ossia sono disegnati esattamente sulla stessa retta, oppure direzioni parallele.

I vettori paralleli

Due o più vettori si definiscono paralleli se hanno direzioni parallele, cioè si disegnano su rette parallele fra loro; ovviamente vettori paralleli possono essere concordi o discordi.

Come si scrive una grandezza vettoriale ?

Attenzione ! La domanda non è "come si disegna?". Ovvio, con un vettore, ossia una freccia di lunghezza e verso opportuni.
Ma in un testo scientifico, come si distingue la grandezza vettoriale da quella scalare in modo immediato.?

Ci sono poche e semplici convenzioni, seguite in tutto il mondo.

1. Sui libri, come in questo caso, ogni grandezza vettoriale viene indicata con il simbolo che la identifica scritto in grassetto.

Il "grassetto" dice che è una grandezza vettoriale da disegnare con il vettore.

$\vec{\boldsymbol{a}}$= accelerazione
$\vec{\boldsymbol{v}}$ = velocità
$\vec{\boldsymbol{s}}$= spostamento
$\vec{\boldsymbol{F}}\ \boldsymbol{peso}$ = peso....

e così via ......
Oppure

2. poiché è scomodo scrivere sul quaderno o alla lavagna una lettera in grassetto, tu indicherai la grandezza vettoriale scrivendone il simbolo identificativo con una freccia sopra, orientata sempre verso destra

a = accelerazione
v = velocità
s = spostamento
F_{peso} = peso

Come si indica il modulo di una grandezza vettoriale ?

Come si indica che si stanno facendo operazioni con il modulo di due o più grandezza vettoriali?

Ci sono poche e semplici convenzioni, seguite in tutto il mondo.

1. Il modulo del vettore viene indicato semplicemente usando la lettera identificativa, senza grassetto e senza la freccia sopra.

V = 10 km/h indica che nei calcoli devo considerare una velocità **v** di modulo 10 km/h

oppure

2. si indica la lettera identificativa del vettore fra due stanghette verticali chiamate in matematica, appunto, modulo

Si osservi che spesso per comodità, e non creare confusione, in classe, si utilizza la seconda scrittura per indicare sia il vettore che il suo modulo. Non è del tutto corretto, ma è più comodo.

Come sommare i vettori

Si imparerà che tre più due non sempre fa cinque. Anzi 3 + 2 può assumere valori compresi fra 5, come ci si aspetta e 0. Il risultato dipende dalle caratteristiche che identificano una grandezza vettoriale: direzione, verso e modulo dei vettori sommati.
Le grandezze vettoriali, e quindi i vettori, seguono una matematica differente da quella dei numeri naturali a te famigliare, ma non spaventarti! Perché, senza saperlo è una matematica che applichi fin da piccolo.
La somma di due o più grandezze vettoriali si chiama risultante.

Risultante di due vettori equidirezionali concordi

2 vettori si definiscono *equidirezionali* se hanno la stessa direzione, ossia si disegnano sulla stessa retta d'azione; essendo concordi hanno lo stesso verso, non necessariamente lo stesso modulo.

Prova a fare il seguente esperimento.
Vai in corridoio e fai 6 passi in avanti, in linea retta.
Fermati e riposati.
Poi fai altri 5 passi, sempre in avanti, in linea retta.
Disegna ora i tuoi due spostamenti con dei vettori ed evidenzia con un bel punto l'origine del primo spostamento. La prima freccia deve essere lunga 6 quadretti, poiché corrisponde allo spostamento s_1 = 6 passi. Subito dopo, disegna la freccia del secondo spostamento, lunga 5 quadretti, poiché rappresenta s_2 = 5 passi e con l'origine coincidente con la punta della freccia precedente.

Lo spostamento risultante corrisponde, ovviamente, ad 11 passi, ossia al vettore lungo 11 quadretti che inizia nel punto di applicazione di s1 e termina con freccia di s2.
Si definisce risultante di due o più vettori equidirezionali e concordi il vettore che ha:

1. La stessa direzione dei vettori sommati, ossia giace sulla stessa retta
2. Lo stesso verso dei vettori sommati, ossia è concorde hai vettori coinvolti
3. Ha il modulo uguale alla somma matematica dei moduli dei vettori (6+5=11)
4. Il punto di applicazione coincide con il punto di applicazione del primo vettore disegnato (s1); la freccia, invece, coincide con la freccia dell'ultimo vettore disegnato.

Nota che è importante incominciare a memorizzare un'importante informazione:

La risultante ha sempre lo stesso punto di applicazione del primo vettore disegnato

Si osservi, inoltre che questo è il primo caso in cui le regole della matematica e dei vettori coincidono: 6+5 = 11. Il secondo ed ultimo caso lo vedrai tra poco.

Risultante di due vettori equidirezionali discordi

2 vettori si definiscono *equidirezionali* se hanno la stessa direzione, ossia si disegnano sulla stessa retta d'azione; essendo discordi hanno verso opposto, non necessariamente lo stesso modulo.

Prova a fare il seguente esperimento.
Vai in corridoio e fai 6 passi in avanti, in linea retta.
Fermati e riposati.
Poi fai altri 5 passi, ma, questa volta, tornando indietro sui tuoi stessi passi, come un gambero.

Disegna ora i tuoi due spostamenti con dei vettori ed evidenzia con un bel punto l'origine del primo spostamento. La prima freccia deve essere lunga 6 quadretti, poiché corrisponde allo spostamento s_1 = 6 passi. Subito dopo, disegna la freccia del secondo spostamento, lunga 5 quadretti, poiché rappresenta s_2 = 5 passi e con l'origine coincidente con la punta della freccia precedente e dalla parte opposta.

Lo spostamento risultante corrisponde, ovviamente ad 1 solo passo ossia al vettore lungo 1 quadretto che inizia nel punto di applicazione di s1 e termina con freccia di s2.
Nota che "lo spostamento" non indica il numero esatto di passi fatti (11, come nel caso di vettori equidirezionali e concordi), ma la distanza fra il punto di partenza (origine di s1) ed il punto di arrivo (la punta della freccia di s2)

Si definisce risultante di due o più vettori equidirezionali e concordi il vettore che ha:

1. La stessa direzione dei vettori sommati, ossia giace sulla stessa retta
2. Il verso concorde con il vettore di modulo maggiore (s1)
3. Il modulo uguale alla differenza matematica dei moduli dei vettori (6-5=1)
4. Il punto di applicazione coincide con il punto di applicazione del primo vettore disegnato (s1); la freccia, invece, coincide con la freccia dell'ultimo vettore disegnato.

Come osservato nel caso precedente:

la risultante ha sempre lo stesso punto di applicazione del primo vettore disegnato

Risultante di due vettori perpendicolari

2 vettori si definiscono *perpendicolari* se hanno direzioni fra loro perpendicolari, ossia si disegnano su rette che formano un angolo di 90°

Sempre utilizzando un metodo pratico, come nei casi precedenti, vai in corridoi e percorri 4 m (non passi) in avanti (con l'aiuto di un compagno e di un metro). Fermati e poi fai 3 m verso destra.
Quale è lo spostamento risultante dal punto di partenza a quello di arrivo?
Sicuramente non i 7 m della lunghezza effettivamente percorsa. Infatti, ponendo il metro in diagonale dal punto in cui sei partito, fino quello di arrivo osserverai che ti sei spostato di solo 5 m; quindi non è più vero che 3+4=5!
Per disegnare la situazione vista, usa, ora, qualche accorgimento:

1. disegna il primo spostamento s1 con un vettore verso destra lungo 4 cm e non più 4 quadretti. In questo modo si assume che 1 cm sul quaderno equivale ad 1 m di spostamento. Come sempre evidenzia il punto di applicazione di s1.
2. dalla freccia di s1, disegna lo spostamento s2 a 90°, ad esempio verso nord, lungo 3 cm, non 3 quadretti, assumendo come prima 1 cm = 1m.
3. Lo spostamento risultante si ottiene congiungendo il punto di applicazione di s1 con la freccia di s2. Il suo modulo, oltre che con il righello, si può calcolare matematicamente usando il teorema di Pitagora, visto che la risultante è l'ipotenusa di un triangolo rettangolo i cui cateti sono i vettori dati.

$$R = \sqrt{s_1{}^2 + s_2{}^2}$$

Si definisce risultante di due vettori perpendicolari il vettore che ha:

1. Per direzione l'ipotenusa del triangolo rettangolo di cateti i vettori dati
2. Il verso orientato verso il vettore s2 (si dice che la freccia del vettore risultante bacia la freccia i s2)
3. Il modulo calcolabile con il teorema di Pitagora
4. Il punto di applicazione coincidente con il punto di applicazione del primo vettore disegnato (s1) ; la freccia, invece, coincide con la freccia dell'ultimo vettore disegnato.

Come osservato nei due casi precedenti:

la risultante ha sempre lo stesso punto di applicazione del primo vettore disegnato

Risultante di due vettori paralleli e concordi

2 vettori si definiscono *paralleli* se hanno direzioni parallele, ossia si disegnano su rette che sono parallele fra loro; se sono concordi hanno lo stesso verso, non necessariamente lo stesso modulo.

Ti è mai capitato di aiutare, con un amico, a spingere un'auto in panne?
Entrambi da dietro, con sforzo più o meno grande?

Poiché la forza che applicate è una grandezza vettoriale, è corretto domandarsi: “Qual è la forza risultante che esercitate spingendo contemporaneamente la macchina?”
Ma fa attenzione a quello che pensi, perché la forza risultante, essendo un vettore, deve essere definita dando anche *direzione*, *verso*, *punto di applicazione* e non solo il *modulo*.

Supponiamo che tu ed il tuo amico spingiate l'auto con due forze differenti, rispettivamente F_A = 10 N e F_B= 4 N (N = Newton è l'unità di misura della forza) e che le mani (punto di applicazione della forza esercitata) distino 80 cm.
La forza risultante di vettori paralleli e concordi si può trovare sia con metodo grafico (più divertente) che con metodo algebrico (più preciso)

Metodo grafico.

Per determinare il punto di applicazione della forza risultante con metodo grafico segui(sempre) la procedura seguente:

1. Definisci una opportuna scala sia per le forze che per la distanza fra i punti di applicazione; poni 1 quadretto = 1 N ed anche 1 quadretto = 10 cm
2. Disegna un segmento verticale di 8 quadretti e chiama l’estremo inferiore A e quello superiore B; in base alla scala fissata in precedenza, esso rappresenta la distanza di 80 cm fra i due punti di appoggio delle mani (ossia i punti di applicazione delle rispettive forze)
3. In A disegna un vettore di 10 quadretti verso destra. A è proprio il punto di applicazione ed in base alla scala fissata, rappresenta la forza F_A di 10 N
4. In B disegna un vettore di 4 quadretti verso destra (perché le forze sono concordi). B è proprio il punto di applicazione ed in base alla scala fissata, rappresenta la forza F_B di 4 N

Con questi 4 passaggi hai schematizzato su carta la situazione in cui tu ed il tuo amico spingete l’auto.
Per individuare il punto di applicazione della forza risultante segui, ora, queste istruzioni

1) Trasla il vettore F_A, cioè quello di modulo maggiore, sulla direzione di F_B;
2) Chiama il vettore traslato FA1; in questo modo le due forze si sovrappongono ed il punto di applicazione di F_{A1} è proprio B
3) Disegna l’opposto del vettore traslato F_{A1}, ossia disegna una freccia di 10 quadretti verso sinistra e chiamala – F_{A1}
4) Trasla il vettore F_B sulla direzione di F_A
5) Chiama il nuovo vettore F_{B1} ed osserva che il suo punto di applicazione è A; inoltre del vettore di modulo non si disegna mai l’opposto; si trasla e basta
6) Congiungi ora le frecce dei due nuovi vettori, cioè collega la freccia di $-F_{A1}$ con la freccia di FB1
7) Chiama O il punto in cui la retta che hai tracciato tocca il segmento AB che rappresenta l’auto
8) O è proprio il punto di applicazione della forza risultante che ora andrai a disegnare.

La risultante di due vettori paralleli e concordi è, infatti, un vettore che ha:

1) Direzione parallela a quella dei vettori sommati
2) Verso concorde
3) Modulo uguale alla somma dei moduli
4) Punto di applicazione individuabile con metodo grafico

Quindi, partendo da O, disegna un vettore *lungo* 14 quadretti = 14 N = (10+4)N, *verso* destra e *parallelo* sia a F_A che a F_B.

Si noti che questo è il secondo ed ultimo caso in cui il modulo della risultante si somma con le regole della matematica dei numeri naturali.

Si inizi ad osservare, che nel caso di vettori paralleli:

- **la risultante ha il punto di applicazione spostato verso il vettore di modulo maggiore.**

Metodo algebrico

Per determinare il punto di applicazione della forza risultante con metodo algebrico devi prima schematizzare su foglio la situazione in esame, seguendo, esattamente i primi 4 punti della precedente procedura cioè:

1. Definisci una opportuna scala sia per le forze che per la distanza fra i punti di applicazione; poni 1 quadretto = 1 N ed anche 1 quadretto = 10 cm
2. Disegna un segmento verticale di 8 quadretti e chiama l'estremo inferiore A e quello superiore B; in base alla scala fissata in precedenza, esso rappresenta la distanza di 80 cm fra i due punti di appoggio delle mani (ossia i punti di applicazione delle rispettive forze)
3. In A disegna un vettore di 10 quadretti verso destra. A è proprio il punto di applicazione ed in base alla scala fissata, rappresenta la forza F_A di 10 N
4. In B disegna un vettore di 4 quadretti verso destra (perché le forze sono concordi). B è proprio il punto di applicazione ed in base alla scala fissata, rappresenta la forza F_B di 4 N

Prima di procedere con i calcoli previsti dal metodo algebrico:

1. All'interno del segmento AB che rappresenta l'auto, evidenza un punto a tua scelta e chiamalo O; poiché rappresenta il punto di applicazione della forza risultante, sceglilo vicino al vettore di modulo maggiore FA
2. Chiama la distanza OA = x; essa è l'incognita da calcolare; la distanza OA rappresenta il braccio della forza F_A
3. Chiama la distanza OB = 80-x; se l'intera distanza è OA = 80 cm, e se OA = x, allora la lunghezza rimanente è l differenza delle precedenti. Ricorda che OB rappresenta il braccio della forza F_B

Per calcolare il valore di x, bisogna sempre risolvere la seguente proporzione:

(modulo di F_A) : (modulo di F_B) = (braccio di F_B) : (braccio di F_A)

In formule, essa diventa:

$$FA : FB = OB : OA$$

Utilizzando l'incognita x, essa diventa

$$FA : FB = (80-x) : x$$

Uguagliando il prodotto dei termini medi al prodotto dei termini esterni si ottiene

$$x \cdot FA = (80-x) \cdot FB$$

svolgendo la parentesi

$$X \cdot FA = 80 \cdot FB - X \cdot FB$$

Isolando al primo membro i termini con l'incognita x

$$X \cdot FA + X \cdot FB = 80 \cdot FB$$

Raccogliendo la x

$$x\,(FA + FB) = 80 \cdot FB$$

sostituendo, finalmente, i valori numerici

$$x\,(10+4) = 80 \cdot 4$$

$$14\,x = 320$$

Questa è un'equazione di I grado

$$x = 320/14 = 22{,}85 \text{ cm}$$

Allora O si trova a 22,85 cm da A e a 80-22,85 = 57,15 cm da B.
Nel disegno in scala, O corrisponde va individuato a 2,285 cm da A.

Questo metodo è sicuramente più preciso, ma è più difficile disegnare con cura O.
Una volta individuata la posizione corretta di O, come prima, partendo da O, disegna un vettore *lungo* 14 quadretti = 14 N = (10+4)N, *verso* destra e *parallelo* sia a F_A che a F_B.

Rispondi.
Dove sarà il punto di applicazione di due vettori paralleli, concordi e di uguale modulo?

Risultante di due vettori paralleli e discordi

2 vettori si definiscono *paralleli* se hanno direzioni parallele, ossia si disegnano su rette che sono parallele fra loro; se sono discordi hanno lo stesso verso, non necessariamente lo stesso modulo.

Tornando all'esempio dell'auto in panne, puoi, ora, immaginare che tu ed il tuo amico spingiate l'auto, ma in due versi opposti. Di nuovo, la domanda da farsi è: "Quale è la forza risultante che esercitate spingendo contemporaneamente la macchina?"
E, di nuovo, ricorda che la forza risultante, essendo un vettore, deve essere definita dando anche *direzione*, *verso*, *punto di applicazione* e non solo il *modulo*.

Supponiamo , sempre, che tu ed il tuo amico spingiate l'auto con due forze differenti, rispettivamente F_A = 10 N verso destra e F_B = 4 N verso sinistra (N = Newton è l'unità di misura della forza) e che le mani (punto di applicazione della forza esercitata) distino 80 cm.
La forza risultante di vettori paralleli e discordi si può trovare sia con metodo grafico (più divertente) che con metodo algebrico (più preciso)

Metodo grafico.

Per determinare il punto di applicazione della forza risultante con metodo grafico segui(sempre) la procedura seguente:

1. Definisci una opportuna scala sia per le forze che per la distanza fra i punti di applicazione; poni 1 quadretto = 1 N ed anche 1 quadretto = 10 cm

2. Disegna un segmento verticale di 8 quadretti e chiama l'estremo inferiore A e quello superiore B; in base alla scala fissata in precedenza, esso rappresenta la distanza di 80 cm fra i due punti di appoggio delle mani (ossia i punti di applicazione delle rispettive forze)
3. In A disegna un vettore di 10 quadretti verso destra. A è proprio il punto di applicazione ed in base alla scala fissata, rappresenta la forza F_A di 10 N
4. In B disegna un vettore di 4 quadretti verso sinistra (perché le forze sono discordi). B è proprio il punto di applicazione ed in base alla scala fissata, rappresenta la forza F_B di 4 N

Con questi 4 passaggi hai schematizzato su carta la situazione in cui tu ed il tuo amico spingete l'auto.

Per individuare il punto di applicazione della forza risultante devi seguire le stesse istruzioni del caso precedente:

1. Trasla il vettore F_A, cioè quello di modulo maggiore, sulla direzione di F_B;
2. Chiama il vettore traslato F_{A1}; il punto di applicazione di F_{A1} è proprio B
3. Disegna l'opposto del vettore traslato F_{A1}, ossia disegna una freccia di 10 quadretti verso sinistra e chiamala $-F_{A1}$; $-F_{A1}$ ed F_B sono ora concordi.
4. Trasla il vettore F_B sulla direzione di F_A
5. Chiama il nuovo vettore F_{B1} ed osserva che il suo punto di applicazione è A; inoltre del vettore di modulo non si disegna mai l'opposto; si trasla e basta
6. Congiungi ora le frecce dei due nuovi vettori, cioè collega la freccia di $-F_{A1}$ con la freccia di F_{B1}
7. Si osserva che la retta tracciata non interseca più il segmento AB; bisogna, quindi, prolungare AB fino ad intersecare la retta obliqua
8. Chiama O il punto in cui la retta che hai tracciato tocca il prolungamento del segmento AB
9. O è proprio il punto di applicazione della forza risultante che ora andrai a disegnare.

La risultante di due vettori paralleli e discordi è, infatti, un vettore che ha:

1) Direzione parallela a quella dei vettori sommati
2) Verso concorde con il vettore di modulo maggiore, in questo caso F_A
3) Modulo uguale alla differenza dei moduli
4) Punto di applicazione individuabile con metodo grafico

Quindi, partendo da O, disegna un vettore *lungo* 6 quadretti = 6 N = (10-4)N, *verso* destra (come F_A) e *parallelo* sia a F_A che a F_B.

Si continua ad osservare, che nel caso di vettori paralleli:

- **la risultante ha il punto di applicazione spostato verso il vettore di modulo maggiore.**

Metodo algebrico

Per determinare il punto di applicazione della forza risultante con metodo algebrico devi prima schematizzare su foglio la situazione in esame, seguendo, esattamente i primi 4 punti della precedente procedura cioè:

1. Definisci una opportuna scala sia per le forze che per la distanza fra i punti di applicazione; poni 1 quadretto = 1 N ed anche 1 quadretto = 10 cm

2. Disegna un segmento verticale di 8 quadretti e chiama l'estremo inferiore A e quello superiore B; in base alla scala fissata in precedenza, esso rappresenta la distanza di 80 cm fra i due punti di appoggio delle mani (ossia i punti di applicazione delle rispettive forze)
3. In A disegna un vettore di 10 quadretti verso destra. A è proprio il punto di applicazione ed in base alla scala fissata, rappresenta la forza F_A di 10 N
4. In B disegna un vettore di 4 quadretti verso destra (perché le forze sono concordi). B è proprio il punto di applicazione ed in base alla scala fissata, rappresenta la forza F_B di 4 N

Prima di procedere con i calcoli previsti dal metodo algebrico:

1. All'esterno del segmento AB, evidenza un punto a tua scelta e chiamalo O; poiché rappresenta il punto di applicazione della forza risultante, sceglilo vicino al vettore di modulo maggiore FA
2. Chiama la distanza OA = x; essa è l'incognita da calcolare; la distanza OA rappresenta il braccio della forza F_A
3. Chiama la distanza OB = 80+x; se l'intera distanza è AB = 80 cm, e se OA = x, allora la lunghezza rimanente è la somma delle precedenti. Ricorda che OB rappresenta il braccio della forza F_B

Per calcolare il valore di x, bisogna sempre risolvere la seguente proporzione:

(modulo di F_A) : (modulo di F_B) = (braccio di F_B) : (braccio di F_A)

In formule, essa diventa:

$$FA : FB = OB : OA$$

Utilizzando l'incognita x, essa diventa

$$FA : FB = (80+x) : x$$

Uguagliando il prodotto dei termini medi al prodotto dei termini esterni si ottiene

$$x \cdot FA = (80+x) \cdot FB$$

svolgendo la parentesi

$$X \cdot FA = 80 \cdot FB + X \cdot FB$$

Isolando al primo membro i termini con l'incognita x

$$X \cdot FA - X \cdot FB = 80 \cdot FB$$

Raccogliendo la x

$$x (FA - FB) = 80 \cdot FB$$

sostituendo, finalmente, i valori numerici

$$x (10 - 4) = 80 \cdot 4$$

$$6 x = 320$$

Questa è un'equazione di I grado

$$x = 320/6 = 53{,}33 \text{ cm}$$

Allora O si trova a 53,33 cm da A e a 80 + 53,33 = 133,33 cm da B.
Nel disegno in scala, O corrisponde va individuato a 5,333 cm da A.

Questo metodo è sicuramente più preciso, ma è più difficile disegnare con cura O.
Una volta individuata la posizione corretta di O, come prima, partendo da O, disegna un vettore *lungo* 6 quadretti = 6 N = (10-4)N, *verso* destra e *parallelo* sia a F_A che a F_B.

Rispondi.
Dove sarà il punto di applicazione di due vettori paralleli, discordi e di uguale modulo? Quanto vale la loro risultante?

Risultante di due vettori concorrenti

2 vettori si definiscono *concorrenti* se le loro direzioni si incrociano a formare un angolo, ossia si disegnano su rette che sono secanti; non ha più significato distinguere tra concordi e discordi.

I vettori perpendicolari le cui direzioni si intersecano a 90°, i vettori equidirezionali concordi, che formano un angolo di 0° e quelli equidirezionali discordi, il cui angolo è 180° sono casi particolari di vettori concorrenti, la cui risoluzione è particolarmente semplice.

In questo paragrafo ci si limita alla risoluzione della somma di vettori concorrenti per via grafica, facendo una rappresentazione in scala il più possibile accurata utilizzando righello e goniometro.

Regola della "poligonale" o del "punto-coda"

Come scoprirai è un metodo già noto.

Immagina di fare due spostamenti consecutivi, il primo s1 = 10 m a ovest ed il secondo s2 = 10 m, ma a 30° Nord rispetto il primo.
Dopo aver scelto la scala di rappresentazione, ad esempio 1 cm = 1 m, disegna i due vettori: prima s1, evidenziandone l'origine, e successivamente, inclinato di 30° Nord, s2 con il punto di applicazione coincidente con la punta della freccia di s1.
Qual è la risultante? È il vettore con punto di applicazione coincidente con s1 e la freccia che tocca quella di s2 (come già visto).
Questo metodo, risulta consigliabile nel caso in cui si debbano sommare più di due vettori.
La risultante di due vettori concorrenti è un vettore che ha:

1) La direzione della retta congiungente il punto di applicazione di s1 con la freccia di s2
2) Il verso orientato a "baciare" la freccia di s2
3) Il modulo misurabile con il righello
4) Il punto di applicazione coincidente con quello di s1

Regola del parallelogramma.

Un altro metodo grafico molto usato, specie nel caso di due soli vettori è quello del parallelogramma.
Nel metodo del parallelogramma è importante disegnare i due vettori con lo <u>stesso punto di applicazione e non in successione.</u>
Quindi disegna **s1** verso ovest ed evidenziane il punto di applicazione.

Poi, disegna **s2**, inclinato di 30° Nord, partendo dallo stesso punto di applicazione di **s1**. Costruisci Infine il parallelogramma di cui due lati sono proprio i vettori dati, tracciando le rispettive parallele dalle frecce di **s1** ed **s2**.
La risultante dei due vettori concorrenti è il vettore che ha

1. per direzione quella della diagonale condotta dal punto di applicazione dei due vettori al vertice opposto, individuato costruendo il parallelogramma
2. il verso orientato a toccare il vertice costruito
3. Il modulo misurabile con il righello
4. Il punto di applicazione coincidente con quello di s1

Suggerimento. Dal punto di vista algebrico, bisogna conoscere concetti di trigonometria, come il teorema di Carnot. Tuttavia, sfruttando le calcolatrice scientifiche è possibile fornirne la formula ed il metodo di applicazione.

Risultante di tre o più vettori concorrenti

La somma di più vettori non ha nulla di difficile; basta applicare le regole viste fino ad ora.

Esercizio.

Durante una gita, percorri un sentiero, effettuando tre successivi spostamenti:

s1 = 30 m a Nord,
s2 = 30 m a Est,
s3 = 30 m a 30 ° Nord rispetto s2.

Quale è lo spostamento risultante? (ricorda non la distanza effettivamente percorsa)
Per prima cosa, scegli la scala più opportuna, ad esempio 1 cm = 10 m (non ragionare mai con quadretti).
Ora disegna s1, con una freccia di 3 cm verso l'alto, subito dietro rappresenta s2 con un vettore di 3 cm verso sinistra, in modo che il suo punto i applicazione coincida con la freccia di s1; infine disegna s3, lungo 3 cm con un angolo di 30° rispetto la direzione orizzontale di s3. Ovviamente il punto di applicazione di s3 deve coincidere con la freccia di s2.
A questo punto basta applicare il metodo della funicolare, tracciano il vettore che parte dal punto di applicazione di s1 e "bacia" la freccia di s3.

Prova a risolvere la seguente situazione.

Una barca alla deriva è trascinata da tre navi di recupero, che applicano le forze, rispettivamente : F1 = 50 N ad ovest, F2 = 20 N a sud ed F3 = 40 N 45 ° rispetto F2.

Rappresenta la situazione in scala prendendo 1 cm = 1 N (non 1 quadretto), disegnando F1, subito attaccato F2 e dietro F3. Quanto vale la forza risultante?

Come sottrarre due vettori

I vettori possono essere sottratti esattamente come i numeri. Ed il ragionamento è lo stesso.
Cosa fa 6-2? La risposta è immediata: 4.
4 è il risultato di una somma: 6 + l'opposto di 2, cioè -2.
Quindi 6 + (-4). Nel mondo dei vettori basta ricordarsi che –**a** indica il vettore opposto.

Differenza fra due vettori qualsiasi

Dopo questa premessa, cosa vorrà dire calcolare **a**-**b** (osserva il neretto, che identifica il vettore).
Ripetendo il ragionamento visto con i numeri:

$$\mathbf{a}-\mathbf{b} = \mathbf{a} + (-\mathbf{b})$$

ma **- b** individua il vettore opposto di **b**, ossia ha verso opposto.

Dunque:

1. disegna a
2. disegna b, subito dopo a
3. inverti b, cioè disegna -b
4. disegna la risultante fra il vettore a ed il nuovo vettore -b, congiungendo l'origine di a con la freccia di -b

In generale devi seguire le diverse procedure imparate fino ad ora, con l'accortezza di disegnare **-b**.
Ad esempio, se devi sottrarre due vettori **a –b** che inizialmente sono paralleli e concordi, dopo aver disegnato l'opposto di b, cioè **–b**, si è nella situazione di vettori paralleli ma discordi.

Come moltiplicare i vettori per un numero qualsiasi

Hai presente quei giochi da tavolo in cui peschi la carta che dice di raddoppiare o triplicare il numero di passi ottenuto tirando i dadi. Se tirando i dadi ottieni 5, vuol dire che devi fare 10 o 15 passi. ma se sei sfortunato, puoi anche sorteggiare il passo del gambero, andando indietro nelle caselle e non avanti.
Questo è un esempio banale che rende però bene l'idea di cosa vuol dire moltiplicare un vettore per un numero.

Se il numero è positivo ....

La risultante della moltiplicazione di un vettore per un numero positivo, intero o frazionario, è un vettore che ha

1. la stessa direzione del vettore moltiplicato
2. lo stesso verso del vettore considerato
3. il modulo uguale al prodotto del modulo del vettore per il numero
4. lo stesso punto di applicazione del vettore dato

L'unica caratteristica che cambia è il modulo, che può aumentare se il numero è intero o diminuire se il numero è una frazione minore di 1.

Se il numero è negativo ...

La risultante della moltiplicazione di un vettore per un numero negativo, intero o frazionario, è un vettore che ha

1. la stessa direzione del vettore moltiplicato
2. verso opposto rispetto a quello del vettore considerato
3. il modulo uguale al prodotto del modulo del vettore per il numero
4. lo stesso punto di applicazione del vettore dato

ora cambiano due caratteristiche: il verso ed il modulo che può aumentare se il numero è intero o diminuire se il numero è una frazione minore di 1.

Come scomporre il vettore risultante

In questo capitolo si studia come ricercare due vettori che sommati diano un vettore dato.

Se sono assegnate due direzioni ...

$$\mathbf{R} = \mathbf{a} + \mathbf{b}$$

Oltre a conoscere la risultante vettoriale **R**, sono note le direzioni dei vettori che sommati danno proprio **R;** quindi si conoscono gli angoli α *e* β che la direzione della risultante R forma con le direzioni dei vettori componenti.
Per individuare il modulo ed il verso dei vettori **a** e **b** è sufficiente costruire il parallelogramma di lati **a** e **b** e diagonale **R**.
Per fare questo:

1. dalla freccia di **R** traccia la parallela alla direzione a, fino ad intersecare la retta di b nel punto B, freccia di **b**
2. dalla freccia di **R** traccia la parallela alla direzione b, fino ad intersecare la retta di a nel punto A, freccia di **a**
3. ovviamente **R, a** e **b,** hanno lo stesso punto di applicazione.

Se è assegnata una sola direzione ...

$$R = a + b$$

Oltre a conoscere la risultante vettoriale **R**, è nota una sola direzione , ad esempio quella del vettore **a.** Occorre individuare il modulo ed il verso di **a**; inoltre bisogna determinare direzione, verso e modulo di **b**. Per fare questo:

1. dalla freccia di **R** traccia la parallela alla direzione nota a
2. dalla freccia di R traccia la perpendicolare alla direzione nota di a, fino ad intersecarla nel punto A, freccia di **a**
3. dal punto di applicazione di **R** (che è anche punto di applicazione di **a** e di **b**) traccia la perpendicolare alla direzione nota di a, fino ad intersecare la parallela tracciata nel punto 1; il punto di incontro è B, freccia di **b**

Sai rispondere ?	
1.	Che cosa è l'energia cinetica di traslazione?
2.	Qual è la condizione per non avere energia cinetica?
3.	Che cosa è l'energia cinetica di rotazione?
4.	Se in ordinata hai l'energia cinetica e la figura è una parabola, cosa hai in ascissa?
5.	Che differenza c'è fra energia potenziale elastica ed energia potenziale gravitazionale?
6.	L'energia potenziale gravitazionale può essere negativa? Perché?
7.	Che differenza c'è fra lavoro motore e lavoro resistente?
8.	Se l'angolo fra forza e spostamento è di 90° quanto vale il lavoro?
9.	cosa puoi calcolare dal grafico della forza in funzione del tempo?
10.	Spiega cosa vuol dire che il lavoro è variazione di energia

HAI IMPARATO CHE ...

- La fisica classifica le grandezze fisiche in scalari e vettoriali.
- I vettori seguono una matematica tutta loro.
- Per sommare due vettori devi considerare la loro direzione ed il loro verso
- Per sottrarre due vettori devi considerare la loro direzione ed il loro verso
- Per moltiplicare un vettore ed uno scalare anche il verso può cambiare

LE RELAZIONI FRA GRANDEZZE FISICHE

PREREQUISITI

[Conoscere le 4 operazioni matematiche –Saper svolgere le 4 operazioni – Conoscere le frazioni, i rapporti, le proporzioni e le potenze– Conoscere i gli assi cartesiani – saper individuare un punto nel piano cartesiano – Saper risolvere semplici equazioni lineari]

OBIETTIVI

[Saper definire le proprietà della proporzionalità diretta - Saper definire le proprietà della proporzionalità inversa - Saper definire le proprietà della proporzionalità quadratica – Saper distinguere i tre tipi di proporzionalità – Saper costruire tabelle di dati – Saper costruire un grafico nel piano cartesiano- Saper leggere una formula – Saper ricavare informazioni da un grafico]

La proporzionalità diretta

Due o più grandezze fisiche sono sempre in relazione fra di loro. Questa relazione è sempre visualizzabile con un grafico ed esprimibile tramite una relazione matematica.
La relazione più semplice si chiama proporzionalità diretta ed è frequente anche nella vita quotidiana. Se un gelato costa 1 €, quanto dovrai pagare per offrire il gelato a 5 dei tuoi compagni?

Definizione

Due grandezze fisiche sono direttamente proporzionali

1. Se variano in modo tale che il loro rapporto è costante
2. se, in pratica, al raddoppiare di una raddoppia anche l'altra o se una dimezza, allora anche l'altra dimezza. In altre parole "quello che fa una grandezza", anche la seconda lo fa nello stesso modo
3. se il grafico che presenta sugli assi le due grandezze fisiche è una retta passante per l'origine; tale retta deve essere obliqua, mai orizzontale o verticale

Relazione matematica

Due grandezze fisiche x ed y direttamente proporzionali sono legate dalla relazione del tipo:

$$\frac{y}{x} = \text{costante}$$

se la costante è m,

$$\frac{y}{x} = \text{m}$$

cioè

$$\text{y} = \text{m} \cdot \text{x}$$

la costante m, detta coefficiente angolare della retta, può essere o un valore numerico (grandezza adimensionale) o un'altra grandezza fisica.

Esempi di grandezze direttamente proporzionali

1. dire che lo spazio percorso è direttamente proporzionale al tempo impiegato, vuol dire che il loro rapporto è costante:
   $\frac{s}{t}= m$; in questo caso la costante è la grandezza fisica velocità, così $\frac{s}{t}= v$
2. dire che il perimetro di un quadrato è direttamente proporzionale al lato del quadrato, vuol dire che il loro rapporto è costante:
   $\frac{P}{l}= m$; in questo caso m è un numero, e non una grandezza fisica $\frac{P}{l}= 4$
3. dire che la forza e l'accelerazione sono direttamente proporzionali vuol dire che $\frac{F}{a}= m$, dove la costante è la grandezza fisica massa.

Tabella e Grafico di due grandezze direttamente proporzionali.

Curva BLU

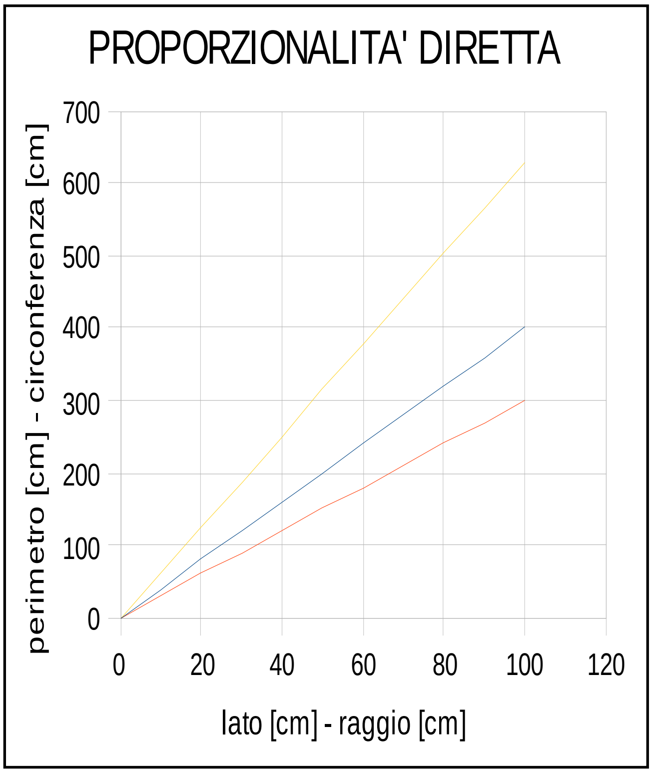
lato del quadrato	[cm]	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
perimetro del quadrato	[cm]	0	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400

Curva Rossa

lato del triangolo equilatero	[cm]	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
perimetro del triangolo equilatero	[cm]	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300

Curva gialla

raggio del cerchio	[cm]	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Circonferenza	[cm]	0	62,8	125,6	188,4	251,2	314	376,8	439,6	502,4	565,2	628



OSSERVA:

due grandezze direttamente proporzionali sono rappresentate da rette oblique uscenti dall'origine degli assi.

La loro inclinazione rispetto l'asse orizzontale rappresenta la "costante di proporzionalità", ossia il rapporto costante fra il valore della y ed il corrispondente valore della x.

La retta ROSSA rappresenta l'andamento del perimetro del triangolo equilatero $\frac{perimetro}{lato}= 3$

La retta BLU rappresenta l'andamento del perimetro del QUADRATO $\frac{perimetro}{lato}= 4$

La retta GIALLA rappresenta l'andamento della circonferenza $\frac{circonferenza}{laraggioto}= 6{,}28$

Maggiore è l'inclinazione, allora maggiore è la costante di proporzionalità

La proporzionalità inversa

Due o più grandezze fisiche sono sempre in relazione fra di loro. Questa relazione è sempre visualizzabile con un grafico ed esprimibile tramite una relazione matematica.
Hai un budget di 10 €. Devi decidere se offrire un gelato da 1 € a 10 tuoi compagni, o ridurre il numero della compagnia a 5 persone, offrendogli il super gelato da 2 •; con panna e canditi.

Definizione

Due grandezze fisiche sono inversamente proporzionali

1. se il loro prodotto è costante
2. se, in pratica, al raddoppiare di una l'altra dimezza o se una triplica, allora l'altra diventa un terzo. In altre parole se una grandezza viene "moltiplicata", allora la seconda viene "divisa" e viceversa
3. se il grafico che presenta sugli assi le due grandezze fisiche è una iperbole equilatera.

Relazione matematica

Due grandezze fisiche x ed y inversamente proporzionali sono legate dalla relazione del tipo:

$$y \cdot x = \text{costante}$$

se la costante è k,

$$y \cdot x = k$$

$$y = \frac{k}{x}$$

Esempi di grandezze inversamente proporzionali

1. dire che la massa di un corpo è inversamente proporzionale all'accelerazione , vuol dire che il loro prodotto è costante: $m \cdot a = k$;

in questo caso la costante è la grandezza fisica forza, così $m \cdot a = F$

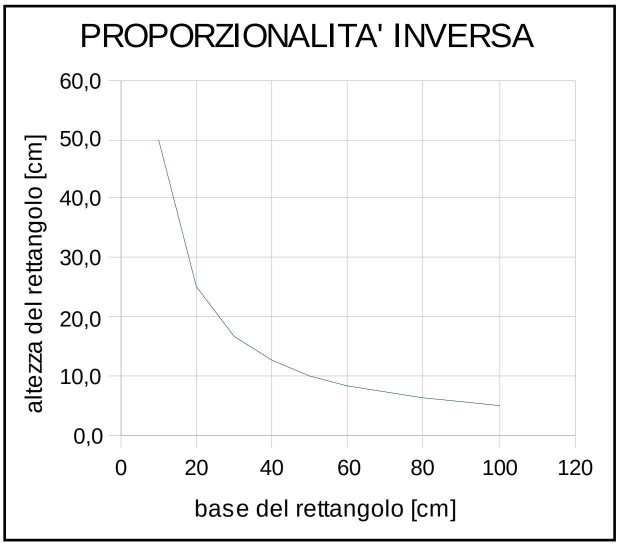
2. dire che la base di un rettangolo è inversamente proporzionale all'altezza, vuol dire che il loro prodotto è costante: $b \cdot h = K$; i

n questo caso k è la grandezza fisica area del rettangolo $b \cdot h = A$

Tabella e Grafico di due grandezze direttamente proporzionali.

Valori dei lati di rettangoli che hanno tutti area 100 cm²

base rettangolo	**[cm]**	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
altezza rettangolo	**[cm]**		50,0	25,0	16,7	12,5	10,0	8,3	7,1	6,3	5,6	5,0



OSSERVA:

moltiplicando ogni coppia di valori x ed y si ottiene un valore costante (in questo caso l'area 100 del rettangolo).

2 grandezze inversamente proporzionali sono rappresentate da un'iperbole equilatera riferita agli assi.
A valori "grandi" di una devono corrispondere valori piccoli dell'altra,

La proporzionalità quadratica

La relazione di proporzionalità quadrati è tipica della fisica e delle sue formule. Ma già la parola che richiama "quadrato" dovrebbe suggerirti la presenza di una grandezza fisica che compare, appunto, elevata alla seconda.

Definizione

Due grandezze fisiche sono legate da proporzionalità quadratica

1. se una delle grandezze è al quadrato
2. se il rapporto fra luna delle grandezze ed il quadrato dell'altra è costante
3. se, in pratica, al raddoppiare di una l'altra quadruplica o se una triplica, allora l'altra diventa nove volte tanto (3)2.
4. se il grafico che presenta sugli assi le due grandezze fisiche è una parabola passante per l'origine degli assi
5. Relazione matematica

Due grandezze fisiche x ed y inversamente proporzionali sono legate dalla relazione del tipo:

$$\frac{y}{x^2} = \text{costante}$$

se la costante è k,

$$y = k \cdot x^2$$

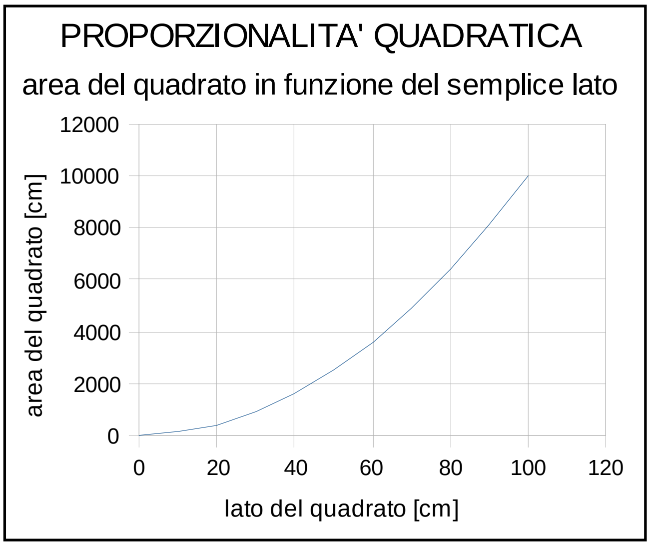
Esempi di grandezze legate da proporzionalità quadratica

1. dire che l'area di un quadrato è direttamente proporzionale al quadrato del lato, vuol dire che il loro rapporto è costante: $\frac{A}{l^2} = k$; in questo caso la costante è una grandezza adimensionale
2. dire che l'area del cerchio è proporzionale al quadrato del raggio, vuol dire che il loro rapporto è costante, la costante è il valore numerico 3,24

Tabella e Grafico di due grandezze legate da proporzionalità quadratica.

L'uso del plurale grafici non è un errore. È possibile disegnare due grafici, a seconda di quale grandezza va sull'asse x.
Osserva l'esempio che si riferisce al calcolo dell'area di un quadrato.

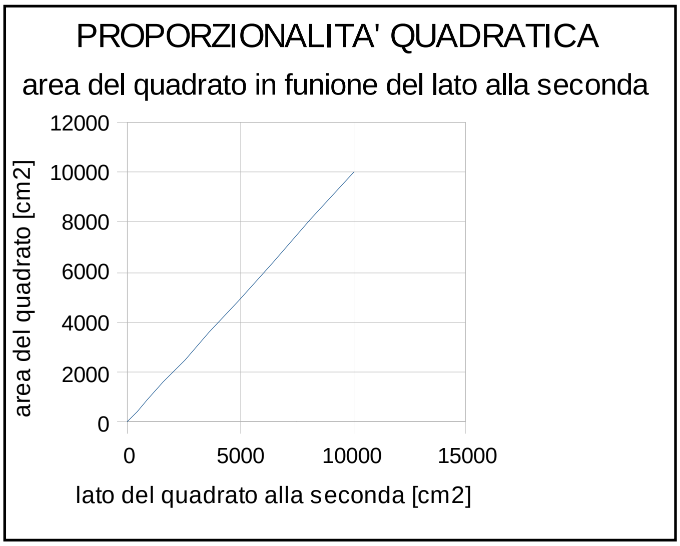
lato del quadrato	[cm]	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
lato alla seconda	[cm]	0	100	400	900	1600	2500	3600	4900	6400	8100	10000
area del quadrato	[cm]	0	100	400	900	1600	2500	3600	4900	6400	8100	10000



OSSERVA:
Il primo grafico è un ramo di parabola;
in ascissa è presente la grandezza fisica "lato"

Il secondo grafico è una retta obliqua uscente dall'origine; in ascissa è presente la grandezza fisica "lato, ma alla seconda".
Si tratta dunque di una proporzionalità diretta fra l'area ed il quadrato del lato!

Quindi fa sempre attenzione a leggere cosa c'e' su ogni asse.



Sai rispondere?

1.	Qual è la rappresentazione grafica di due grandezze fisiche inversamente proporzionali?
2.	Cosa vuol dire che il prodotto di due grandezze fisiche è costante?
3.	Se il grafico di due grandezze fisiche è una parabola, cosa puoi dire?
4.	Fa un esempio di grandezze fisiche direttamente proporzionali.
5.	In un grafico, osservi due rette uscenti dall'origine. Quella più inclinata (alta) indica che la costante è minore?
6.	Cosa è il coefficiente angolare della retta?
7.	Una retta può indicare proporzionalità quadratica? Perché?
8.	Elenca le caratteristiche della proporzionalità diretta.

HAI IMPARATO CHE …

- È importante saper distinguere il tipo di relazione che lega due grandezze fisiche
- È importante valutare le grandezze presenti sugli assi cartesiani
- È importante riconoscere la curva presente nel grafico
- È molto utile saper leggere e costruire una rappresentazione grafica

Il moto dei corpi

Tutti pensano di sapere definire quando un corpo è fermo: un corpo è fermo se la sua distanza dagli oggetti che lo circondano, non cambia nel tempo.
E se gli oggetti vicini si muovono anche essi nello stesso modo?
E che dire poi del fatto che la Terra ruota su se stessa ed intorno al Sole trascinando con se tutto ciò che ci sta sopra?

In questa sezione potrai mettere in pratica quanto hai visto in precedenza: sommare grandezze vettoriali, leggere ed interpretare diversi tipi di grafici, saper collegare grandezze fisiche conoscendo il significato di proporzionalità diretta, inversa o quadratica.
Ricorda che nulla si inventa. Ogni paragrafo è funzionale al precedente e soprattutto, i concetti fondamentali si "ripetono" in continuazione.

Nell'unità 1, farai la conoscenza delle grandezze utili a descrivere qualunque tipo di movimento.

Nell'unità 2, potrai applicare quanto visto sui grafici, al caso particolare del moto rettilineo a velocità costante.

Nell'unità 3, esaminerai un moto a velocità variabile, sicuramente più realistico del precedente. Di nuovo vedrai come usare i vettori e come leggere i grafici.

Nell'unità 4, vedrai come studiare e risolvere problemi legati a situazioni reali: il lancio di un oggetto dalla finestra, un'auto che si ferma al semaforo sono fenomeni sicuramente familiari.

Le ultime due unità affrontano i cosiddetti moti nel piano, poiché non avvengono su una linea.
L'unità 5 ti spiega come affrontare lo studio di un moto circolare uniforme, come ad esempio la giostra che gira al luna park e come confrontarlo con quanto visto prima.

L'ultima unità accenna ai moti periodici o armonici semplici. Le formule matematiche richiedono conoscenze matematiche superiori; tuttavia il "seno di un angolo" è presente su qualsiasi calcolatrice scientifica, quindi potresti risolvere i problemi relativi a questa parte applicando semplicemente le formule.

1. Come si descrive il moto di un corpo

Le grandezze fisiche che descrivono il moto

Il moto uniforme

Il moto rettilineo

2. Il moto rettilineo uniforme

Le grandezze fisiche del moto rettilineo uniforme

I grafici del moto rettilineo uniforme

Semplici esercizi guidati

Sai rispondere ?

3. Il moto rettilineo uniformemente accelerato

Le grandezze fisiche del moto rettilineo uniformemente accelerato

I grafici del moto rettilineo uniformemente accelerato

Sai rispondere ?

4. I moti rettilinei che conosci

La caduta libera

Il moto di un corpo che parte

Il moto di un corpo lanciato verticalmente verso l'alto

Il moto di un corpo che si ferma

Esercizi guidati

Sai rispondere ?

5. Il moto circolare uniforme

come si descrive un corpo che si muove di moto circolare uniforme

Esercizi guidati

Sai rispondere ?

6. Il moto armonico

Come si descrive un corpo che si muove di moto armonico

Esercizi guidati

Sai rispondere ?

COME SI DESCRIVE IL MOTO DI UN CORPO

PREREQUISITI
[Saper distinguere le grandezze vettoriali da quelle scalari - Saper riconoscere la proporzionalità diretta, la proporzionalità inversa e la proporzionalità quadratica –Saper costruire tabelle di dati – Saper costruire un grafico nel piano cartesiano- Saper leggere una formula – Saper ricavare informazioni da un grafico]

OBIETTIVI
[Saper definire le grandezza fisiche spostamento e spazio percorso - Saper definire le grandezza fisiche tempo e periodo - Saper definire le grandezza fisiche velocità e tempo – Conoscere il concetto di traiettoria, di sistema di riferimento e di equazione oraria di un moto]

Le grandezze fisiche che descrivono il moto

Lo stato di quiete o di moto di un corpo può essere descritto utilizzando alcune informazioni specifiche; si tratta di grandezze fisiche a te certamente già note.

Lo spazio percorso, lo spostamento e la traiettoria

Lo spostamento e lo spazio percorso sono due concetti ben distinti.

Lo *spazio percorso* è una grandezza **scalare** ed individua la distanza effettivamente percorsa, espressa in metri, od in un suo multiplo, ad esempio km, od in suo sottomultiplo, ad esempio cm o mm.

Nel dialogo iniziale (pag…) lo spazio percorso è dato dalla distanza fra Torino e Parigi; la distanza percorsa varia se si usa treno, auto o aereo; varia ancora se durante il viaggio si è deciso di fare una deviazione per la Svizzera!

Lo *spostamento* è una grandezza **vettoriale** ed indica la distanza, in linea retta, fra il punto di partenza ed il punto di arriva; non importa quale distanza è stata percorsa realmente.
Il vettore spostamento deve sempre essere descritto specificando:

1. la **direzione** ossia la retta che unisce il punto di partenza ed il punto di arrivo
2. il **verso**, con la punta della freccia orientata verso il punto di arrivo
3. il **modulo** uguale alla distanza in linea retta fra il punto di partenza ed il punto di arrivo
4. il **punto di applicazione**, ovviamente quello di partenza.

Rispondi.
Può essere lo spostamento zero, ma lo spazio percorso no? Certamente si:

se il punto di partenza e di arrivo coincidono; quando torni a casa dopo essere stato a scuola, il tuo spostamento è nullo

se corri in palestra su un tapi roulant

Riesci ad individuare altre situazioni?

La *traiettoria* non è una grandezza fisica; essa è definita come la linea descritta dal corpo in movimento; in poche parole individua il suo percorso. Sono esempi di traiettoria la scia lasciata dalla nave in mare o dall'aereo in cielo.
La traiettoria è l'informazione collegata al tipo di moto ui un corpo è soggetto. Infatti si può parlare di:

1. moto *rettilineo*, se la traiettoria è una retta, ossia il corpo si muove lungo una linea retta, come il treno sui binari o l'auto in autostrada, ovviamente nei tratti diritti
2. moto *circolare*, se la traiettoria descritta dal copro è una circonferenza
3. moto *parabolico*, se la traiettoria descritta dal corpo è una parabola, ad esempio il pallone in un pallonetto.....

Grandezza fisica	tipologia	simbolo	Unità di misura nel SI
Spazio percorso O distanza percorsa O lunghezza del percorso	Grandezza scalare	s d l	Metro
Spostamento	Grandezza vettoriale	S	Metro
Traiettoria	Non è una grandezza fisica ma una definizione		

Il tempo ed il periodo

Il *tempo* è una grandezza scalare che misura la durata di un qualunque fenomeno; lo stato di quiete o di moto di un corpo è legato all'idea che la sua posizione cambi col passare del tempo: infatti è sempre importante definire sia lo spostamento fatto che il tempo impiegato a farlo.
L'intervallo di tempo si misura in secondi; ovviamente a secondo del fenomeno è più utile misurare il tempo in minuti, giorni.... anche anni.

Il *periodo* è la grandezza scalare utilizzata per descrivere fenomeni che si ripetono a intervalli di tempo abbastanza regolari.
I periodici sono giornali che escono ad intervalli di tempo regolare e tutti sanno il giorno in cui andare in edicola.
Il periodo di prova in genere ha una durata ben definita e nota agli interessati.
Il periodo, essendo un intervallo di tempo, si misura in secondi, o in suoi multipli o sottomultipli.

Grandezza fisica	tipologia	simbolo	Unità di misura nel SI
intervallo di tempo	Grandezza scalare	T minuscolo	Secondo
Periodo	Grandezza scalare	T maiuscolo	Secondo

La velocità

Si definisce *velocità* la grandezza vettoriale che descrive la rapidità di uno spostamento.

1. ha direzione tangente allo spostamento
2. il verso individuabile sulla direzione
3. il modulo uguale al rapporto fra lo spostamento ed il tempo impiegato
4. punto di applicazione coincidente con il punto di partenza del moto.

Questa è una definizione estremamente generica, non tiene conto se la velocità rimane costante o se aumenta nel tempo o se diminuisce nel tempo.

Essendo il rapporto fra spazio e tempo, la sua unità di misura è il m/s.
Tuttavia, il contachilometri dell'auto misura la velocità in km orari, cioè km/h.
Per passare da km/h ai m/s occorre fare la seguente equivalenza

90 km/h = 90 1000 m

/3600 s = 90/3,6 m/s...

La *velocità media* è definita come lo spazio percorso nell'unità di tempo, cioè misura lo spazio totale percorso nel tempo totale impiegato a percorrerlo; il tempo totale tiene conto anche del tempo in cui si è fatta una sosta;

Ad esempio, durante una gita percorri 120 km in 1 h; poi ti fermi per 1 ora ad ammirare il paesaggio; infine torni a casa percorrendo 120 km in 1 h.
Quale è la velocità media che hai tenuto.?
Poiché lo spazio totale che ai percorso è 240 km ed il tempo totale che hai impiegato è 3 ore (tenendo conto anche della pausa), la velocità media è

$$v_m = \frac{spazio\ percorso}{tempo} = \frac{240\ km}{3\ h} = 8\ km/h$$

Nota: la velocità media NON è la media aritmetica di tutte le velocità coinvolte. Le due velocità coincidono solo nel caso di moto rettilineo uniforme, come si vedrà più avanti.

La *velocità istantanea* è definita come la velocità media calcolata su un intervallo di tempo molto piccolo. Tanto piccolo che si dice che tende a zero.
E' la velocità dell'istante in esame; è la velocità indicata dal contachilometri di un'auto o quella misurata dal tachimetro riguardo la velocità della palla della partita di tennis o di baseball.

Nei moti con accelerazione, in genere, si richiede il calcolo della velocità istantanea, la cui formula può variare a seconda del tipo di moto.
SI noti che la formula $\mathbf{v} = \frac{s}{t}$ che definisce la velocità è usata solo **nel caso di moto uniforme** e non sempre. esistono anche altre formule più appropriate.

Velocità della luce	$3{,}0 \cdot 10^8$ m/s
Velocità del suono in aria a 20°C	343 m/s
Ecco spiegato perché si vede sempre prima il lampo e poi si sente il tuono!	

L'accelerazione

L'accelerazione è il vettore definito come la variazione di velocità nell'unità di tempo.
La variazione di velocità è la differenza tra la velocità finale e la velocità iniziale.
Il modulo del vettore accelerazione è dato dalla formula:

$$a = \frac{variazione\ di\ velocità}{tempo\ in\ cui\ è\ avvenuta\ la\ variazione}$$

$$a = \frac{velocità_{finale} - velocità_{iniziale}}{t}$$

la sua unità di misura è il m/s².
Il termine variazione di velocità può indicare sia un aumento della velocità che una sua diminuzione in un dato intervallo di tempo.
Per questo motivo l'accelerazione è positiva se si ha un aumento di velocità (la accelerazione); l'accelerazione è negativa se si ha una diminuzione di velocità (quello che nel parlare quotidiano si chiama decelerazione)

Il sistema di riferimento

Il sistema di riferimento è definito come l'insieme degli oggetti rispetto ai quali si studia lo stato di quiete o di moto di un corpo.
Generalmente, viene rappresentato utilizzando un sistema di riferimento cartesiano che permette di individuare la posizione dell'oggetto ad ogni istante ed un cronometro, per misurare il passare del tempo. Nel sistema di assi cartesiani, l'oggetto in movimento descrive una curva che è la traiettoria del corpo.
Nel caso di un treno in moto, spesso, è sufficiente indicare una sola coordinata che indica la distanza, ad esempio, dalla stazione di partenza; questo perché si tratta di un moto ad una dimensione.
Per individuare la posizione di una nave, invece, servono due coordinate; ad esempio la distanza orizzontale e verticale dal porto più vicino. Si può parlare di latitudine e longitudine: sono comunque due coordinate.
L'aereo invece è individuato da tre coordinate, poiché serve conoscere anche la quota.
Rispondi: quante coordinate servono per individuare la posizione di un sottomarino? Quali sono?

L'equazione oraria

L'equazione oraria è una relazione matematica che permette di descrivere la posizione del corpo in ogni istante. Ogni tipo di moto ha una sua equazione oraria; viceversa, leggendo l'equazione oraria che descrive il moto, si individua il tipo di movimento.

Grandezza fisica	tipologia	simbolo	Unità di misura nel SI
velocità media	Grandezza vettoriale	Vm	m/s
velocità istantanea	Grandezza vettoriale	vi	m/s
accelerazione	Grandezza vettoriale	a	m/s2
Equazione oraria	Non è una grandezza fisica, ma una relazione matematica fra spazio e tempo		

Il moto uniforme

Questo breve capitolo serve per introdurti al concetto di moto uniforme e per abituarti ad un certo rigore scientifico e all'uso di un corretto linguaggio specifico.

Cosa è un moto uniforme.

Si dice che un corpo si muove di moto uniforme se la sua velocità è costante in modulo, non necessariamente in direzione e verso.
Nel moto uniforme, il corpo deve muoversi sempre alla stessa velocità, senza mai variare l'indice del contachilometri, ma può curvare e cambiare direzione ad ogni istante.

Esempi di moto uniforme.

Il moto rettilineo uniforme

Il corpo si muove lungo una traiettoria rettilinea con velocità costante in modulo; in questo caso anche la direzione ed il verso non cambiano.

Il moto circolare uniforme

Il corpo si muove su una traiettoria circolare, ossia descrive una circonferenza, con velocità di modulo costante; la direzione ed il verso, invece, cambiano ad ogni istante.

Il moto rettilineo

Questo capitolo, breve come il precedente ti mostra un moto poco realistico: anche in autostrada occorre curvare e cambiare corsia!

Cosa è un moto rettilineo.

Si dice che un corpo si muove di moto rettilineo se la sua velocità è costante in direzione, non necessariamente in modulo od in verso.
Nel moto rettilineo, il corpo deve muoversi sempre sulla stessa linea retta, senza mai variare curvare; però, può cambiare continuamente velocità.

Esempi di moto rettilineo

1. il moto rettilineo uniforme

   il corpo si muove lungo una traiettoria rettilinea con velocità costante in direzione; in questo caso anche la il modulo ed il verso non cambiano
2. il moto rettilineo uniformemente accelerato

   il corpo si muove lungo una traiettoria rettilinea e la sua velocità varia in modo regolare nel tempo; la variazione può essere una accelerazione od una decelerazione.
3. il moto rettilineo vario

   il corpo si muove su una traiettoria rettilinea ed il modulo della velocità cambia in modo irregolare, accelerando o decelerando in intervalli di tempo irregolari.

Sai rispondere ?
1. Lo spazio percorso è una grandezza vettoriale?
2. Lo spazio percorso può essere nullo?
3. Definisci la velocità
4. Definisci l'accelerazione
5. Come si passa da km/h a m/s?
6. Che cosa rappresenta l'equazione oraria?
7. Spiega cosa è la traiettoria di un corpo.
8. Che cosa è un sistema di riferimento a 3 dimensioni?
9. Che differenza c'è fra tempo e periodo?
10. La velocità è una grandezza fondamentale?

IL MOTO RETTILINEO UNIFORME

PREREQUISITI
[Conoscere le 4 operazioni – Saper applicare le 4 operazioni – Saper risolvere semplici equazioni ad un'incognita – Saper riconoscere la proporzionalità diretta, la proporzionalità inversa e la proporzionalità quadratica - Saper costruire tabelle di dati – Saper costruire un grafico nel piano cartesiano- Saper leggere una formula – Saper ricavare informazioni da un grafico - Saper definire le grandezze fisiche spazio percorso, spostamento, velocità , accelerazione – Conoscere il concetto di traiettoria di equazione oraria]

OBIETTIVI
[Saper descrivere il moto rettilineo uniforme – saper definire le grandezze fisiche velocità ed accelerazione del moto rettilineo uniforme – Sapere la formula della velocità – Conoscere l'equazione oraria del moto rettilineo uniforme – Saper costruire i grafici relativi al moto rettilineo uniforme – Saper leggere informazioni dai grafici]

Le grandezze fisiche del moto rettilineo uniforme

In questo capitolo esaminerai uno dei moti più semplici, il moto rettilineo uniforme, sia dal punto di vista delle relazioni matematiche che legano le diverse grandezze che descrivono i moti, che dei grafici.

Definizione

Un corpo si muove di moto rettilineo uniforme se:

1. La sua traiettoria è una linea retta
2. Percorre spazi uguali in intervalli di tempo uguali; quindi spazio e tempo sono direttamente proporzionali.
3. La sua velocità è costante in direzione e verso (moto rettilineo) ed anche modulo (moto uniforme)
4. La velocità media è sempre uguale alla velocità istantanea. È l'unico moto in cui le due velocità coincidono

La velocità del moto rettilineo uniforme

La velocità media e la velocità istantanea coincidono e sono grandezze vettoriali la cui direzione, il cui verso ed il cui modulo non cambiano mai durante il moto. La direzione è la retta tangente allo spostamento rettilineo effettuato. Il modulo è dato dalla formula:

$$v_m = v_i = \frac{\textit{spazio percorso}}{\textit{tempo impiegato a percorrerlo}}$$

L'accelerazione del moto rettilineo uniforme

Il moto rettilineo uniforme è l'unico moto a non avere accelerazione.
Perché? Poiché la velocità non cambia nessuna delle sue caratteristiche, allora l'accelerazione, che è la variazione della velocità, è nulla.

Lo spostamento e l'equazione oraria del moto rettilineo uniforme

L'equazione oraria si ricava dalla definizione di velocità istantanea. Essa mostra che lo spazio percorso è proporzionale al tempo impiegato a percorrerlo.[1]

$$\Delta s = v \cdot t$$

I grafici del moto rettilineo uniforme

Leggere un grafico è importante quanto imparare ed applicare le formule.
Uno dei maggiori vantaggi di un grafico è quello di vedere immediatamente quando l'auto va forte e quando va piano.

Si osservino i seguenti grafici, facendo attenzione alle grandezze fisiche presenti sugli assi. Non imparare a memoria la forma!

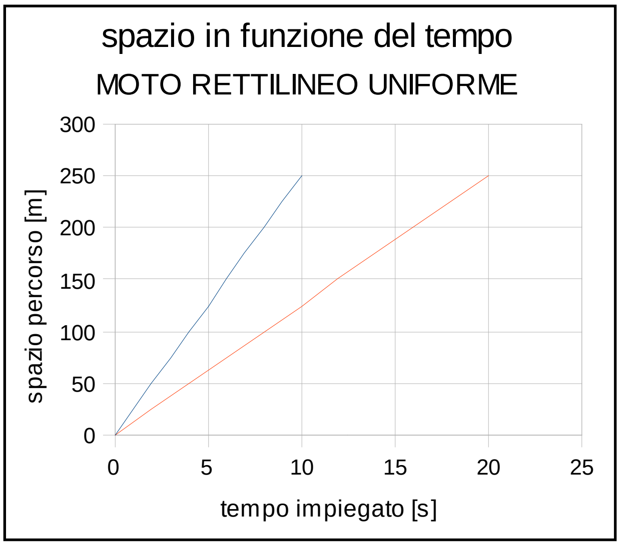
I grafici spazio- tempo.

Auto BLU

spazio percorso	**(m)**	**0**	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250
tempo impiegato	**(s)**	**0**	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
velocità media	**(m/s)**	**0**	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25

Auto Rossa

spazio percorso	**(m)**	**0**	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250
tempo impiegato	**(s)**	**0**	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
velocità media	**(m/s)**	**0**	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5



OSSERVA

Poiché spazio e tempo sono direttamente proporzionali, si ottiene una retta obliqua passante per l'origine.

L'auto blu e l'auto rossa si trovano, entrambe, all'origine del sistema di riferimento all'istante "zero" in cui parte il cronometro.

Poiché la retta che individua la legge oraria dell'auto rossa è meno inclinata di quella dell'auto blu, allora è … .meno veloce

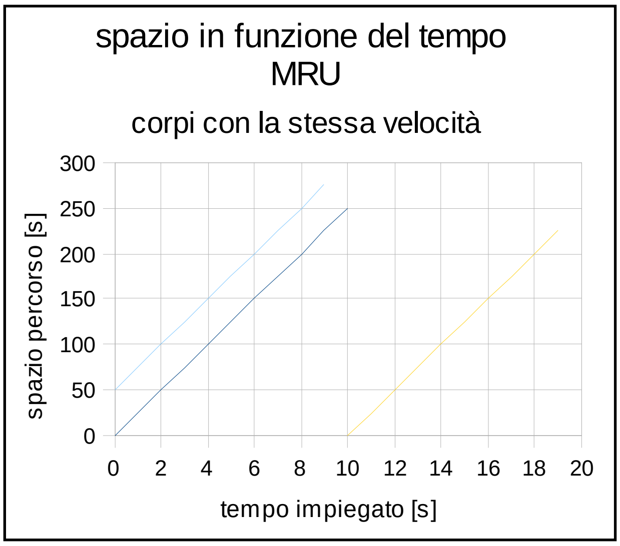
[1] Ricorda che la velocità del moto rettilineo uniforme è costante. Il rapporto $\frac{\Delta s}{t}$ = costante è la condizione di proporzionalità diretta fra due grandezze fisiche; la costante di proporzionalità è la grandezza fisica velocità.

Auto AZZURRA

spazio percorso	**(m)**		50	75	100	125	150	175	200	225	250	275
tempo impiegato	**(s)**		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
velocità media	**(m/s)**		0	25	25	25	25	25	25	25	25	25

Auto GIALLA

spazio percorso	**(m)**		0	25	50	75	100	125	150	175	200	225
tempo impiegato	**(s)**		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
velocità media	**(m/s)**		0	25	25	25	25	25	25	25	25	25



OSSERVA

Le rette che individuano la legge oraria delle tre auto sono parallele, ossia hanno la stessa inclinazione. Questo significa che rette parallele individuano corpi con la stessa velocità.

PERO'

All'istante "zero" in cui si fa partire il cronometro:

1. *L'auto azzurra si trova 50 m davanti a quella blu*
2. *L'auto blu parte dall'origine del sistema di riferimento*
3. *L'auto gialla non parte subito, ma dopo 10 s.*

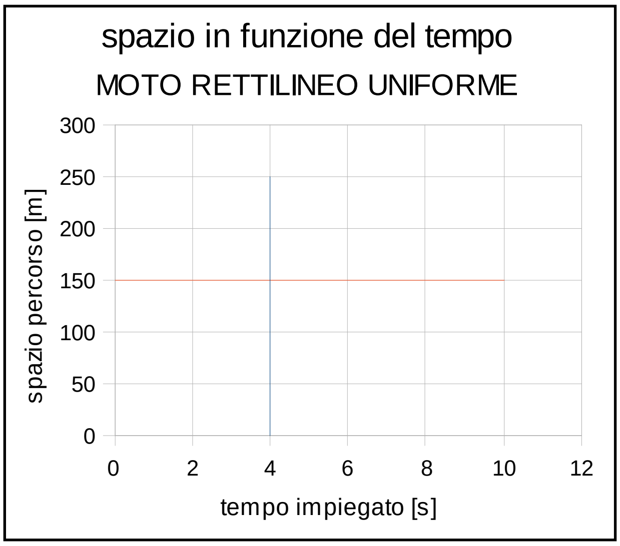
Ma tutte e tre le vetture procedono alla stessa velocità, quindi non si raggiungeranno mai.

Auto BLU

spazio percorso	**(m)**	0	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250
tempo impiegato	**(s)**	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Auto ROSSA

spazio percorso	**(m)**	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
tempo impiegato	**(s)**	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10



OSSERVA
La retta che descrive il moto dell'auto rossa è orizzontale; essa ti dice che al passare dei secondi, il veicolo è sempre alla distanza 150 m dall'origine. Quindi una retta orizzontale, nel grafico spazio-tempo, indica un'auto FERMA
Invece
la retta che descrive il moto dell'auto blu è verticale; essa ti dice che all'istante t = 4 s, il veicolo si trova prima a 50 m, ... no, ... è a 100 m,.... anzi a 150 m ... e così via....
È una situazione impossibile, poiché nessun corpo può occupare posizioni diverse nello stesso preciso istante

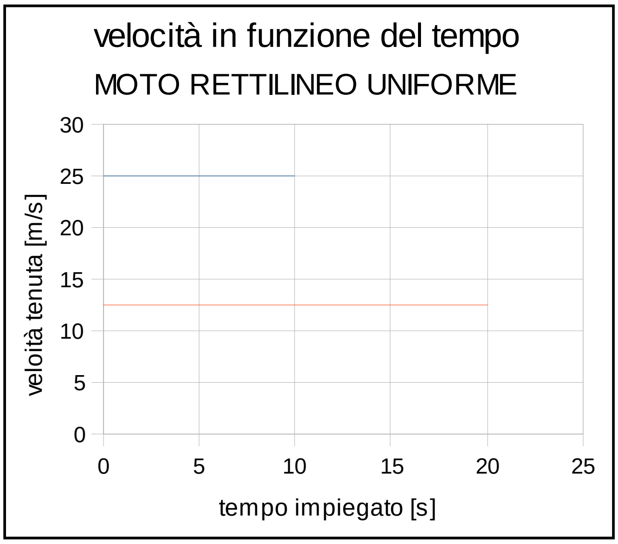
Il grafico velocità – tempo e il "metodo delle aree

Auto BLU

spazio percorso	**(m)**	0	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250
tempo impiegato	**(s)**	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
velocità media	**(m/s)**	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25

Auto ROSSA

spazio percorso	**(m)**	**0**	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250
tempo impiegato	**(s)**	**0**	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
velocità media	**(m/s)**	**12,5**	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5



OSSERVA
Essendo un moto rettilineo uniforme, le due linee orizzontali, del grafico velocità – tempo, indicano due corpi in moto a velocità costante, rispettivamente 25 m/s e 12,5m/s.

Inoltre
Solo perché è un MRU, le due linee rappresentano sia la velocità media che la velocità istantanea.

Il grafico della velocità in funzione del tempo è importante, poiché permette di calcolare, con semplici calcoli geometrici – matematici lo spazio percorso nell'intervallo di tempo.

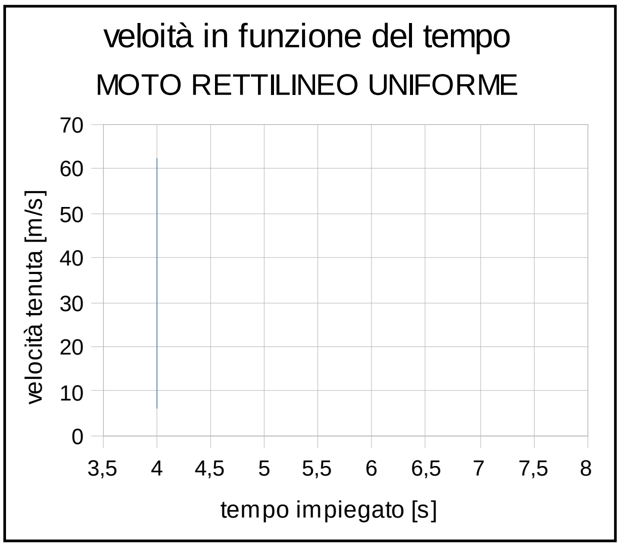
l'area del grafico sotteso alla linea orizzontale della velocità rappresenta lo spazio percorso dal corpo nell'intervallo di tempo: AREA = ΔS

Considera, ad esempio, l'auto rossa che si muove alla velocità di 12, 5 m/s in ognuno dei 4 intervalli di tempo raffigurati nel grafico. Qual è lo spazio percorso nei 20 secondi del grafico?
Applicando l'equazione oraria, il calcolo è immediato: $\Delta s = v \cdot t = 12{,}5$ m/s .20 s = 250 m.
Ma cosa rappresenta il prodotto $v \cdot t$?
Guarda il grafico .... E la linea rossa. In ogni intervallo di tempo, l'altezza della linea rossa, cioè il valore 12,5, fornisce la velocità del corpo relativa a quell'intervallo di tempo; il tratto orizzontale rosso, cioè la base, dà, invece, il tempo.
In questo modo, hai visto che il prodotto $v \cdot t$ fornisce l'area del rettangolo che ha come base superiore il tratto rosso (base · altezza).

Come vedrai in seguito, il metodo delle aree, del grafico velocità in funzione del tempo, è del tutto generale.

Auto BLU.

spazio percorso	**(m)**	0	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250
tempo impiegato	**(s)**	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
velocità media	**(m/s)**		6,25	12,5	18,75	25	31,25	37,5	43,75	50	56,25	62,5

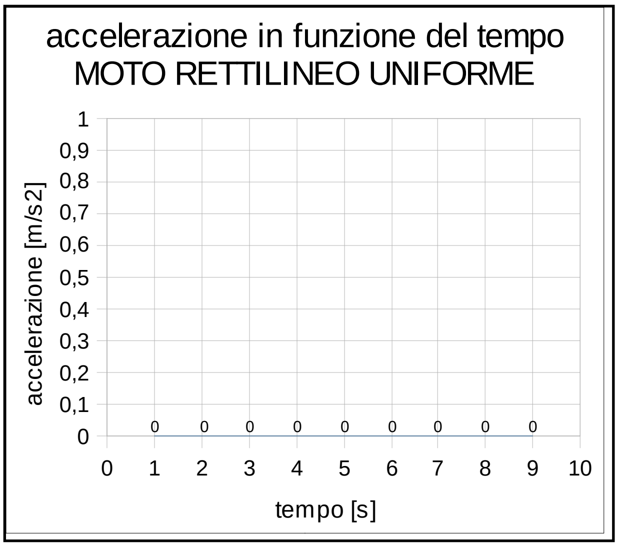


OSSERVA

La linea verticale del grafico velocità-tempo, ti dice che all'istante t = 4 s l'auto blu si sta muovendo a 10 m/s, ... no a 30 m/s .... Anzi a 50 m/s ..... Insomma è una situazione impossibile!

Il grafico accelerazione-tempo

velocità	[m/s]	25	25	25	25	25	25	25	25	25
accelerazione	[m/s2]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
tempo	[s]	1	2	3	4	5	6	7	8	9



OSSERVA
Il grafico non necessita commenti: poiché un moto rettilineo uniforme non ha accelerazione, si ha una linea orizzontale, che indica il valore zero ad ogni istante che passa!

Semplici esercizi guidati

Se percorri 1,5 km in 50 s, qual è la tua velocità media, sia in unità del sistema internazionale che in km/h?

Dati. $\Delta s = 1{,}5\ km = 1500\ m\ (Sistema\ Internazionale)$
t= 50 s (già Sistema Internazionale)
v = ?
Formule. $v = \frac{\Delta s}{t}$
Risoluzione. $v = \frac{\Delta s}{t} = \frac{1.500\ m}{50\ S} = 30$ m/s
per passare ai km/h basta moltiplicare per 3,6 V = 30 · 3,6 km/h = 108 km/h

Quanto tempo impiega la luce a percorrere la distanza di 1 km?

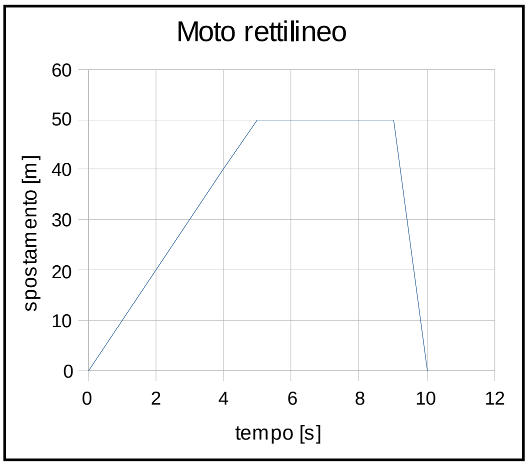
Dati. $\Delta s = 1\ km = 1.000\ m\ (Sistema\ Internazionale)$
$v_{luce} = 3 \cdot 10^8$ m/s (la velocità della luce è una costante della natura)
Formule. $v = \frac{\Delta s}{t}$ da questa formula, risolvendo rispetto l'incognita t si trova che $t = \frac{\Delta s}{v}$
Risoluzione. $t = \frac{\Delta s}{v} = \frac{1.000\ m}{3 \cdot 10^8\ m/s} = 0{,}000\ 003\ 3\ s = 3{,}3\ 10^{-6}\ s = 3{,}3\ \mu s$

Quanto spazio percorre la luce in 2 s?

Dati. t = 2 s $(Sistema\ Internazionale)$
$v_{luce} = 3 \cdot 10^8$ m/s (la velocità della luce è una costante della natura)
Formule. $v = \frac{\Delta s}{t}$ da questa formula, risolvendo rispetto l'incognita t si trova che $\Delta s = v \cdot t$
Risoluzione. $\Delta s = v \cdot t = = 3 \cdot 10^8\ m/s \cdot 2\ s = 6 \cdot 10^8\ m = 600\ km$

Attenzione.
Ogni risultato deve sempre avere l'unità di misura; l'unità di misura distingue il risultato fisico da quello semplicemente matematico.

Studia il seguente grafico e rispondi alle seguenti domande:



1. Quanto spazio ha percorso in 2 s? Ed in 4 s?
2. Quanto spazio ha percorso nell'intervallo compreso fra 6 e 8 s?
3. È più veloce nella fase iniziale o in quella finale, dopo 9 s?
4. Cosa indica il tratto orizzontale?

Risposte:

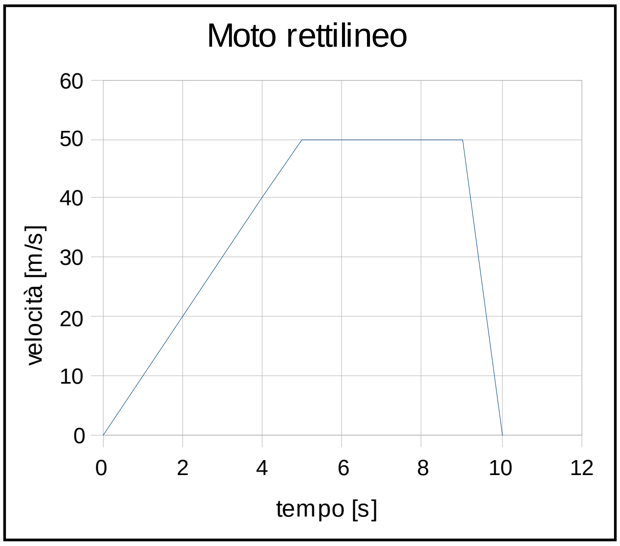
1. 20 m; 40 m;
2. il corpo è fermo a 50 m dall'origine del sistema di riferimento;
3. è più veloce alla fine; infatti la retta è molto più inclinata;
4. il tratto orizzontale dice che il corpo è fermo

Osserva il secondo grafico.

1. Calcola lo spazio percorso nei 10 s.
2. Qual è la sua accelerazione dopo 4 s?
3. Cosa indica il tratto orizzontale?
4. Cosa indica il tratto fra 9 s e 10 s?

Risposte:

1. 330 m (basta applicare il metodo delle aree)
2. 10 m/s²;
3. il tratto orizzontale indica che si muove a v = cost, cioè a = 0
4. decelerazione.



Sai rispondere ?

1.	Dai la definizione di moto rettilineo
2.	Dai la definizione di moto uniforme
3.	Perche nel moto rettilineo uniforme spazio e tempo sono direttamente proporzionali?
4.	Spiega quando puoi utilizzare il "metodo" delle aree e a cosa serve?
5.	Scrivi l'equazione oraria del moto rettilineo uniforme

IL MOTO RETTILINEO UNIFORMEMENTE ACCELERATO

PREREQUISITI

[Conoscere le 4 operazioni – Saper applicare le 4 operazioni – Saper risolvere semplici equazioni ad un'incognita – Saper riconoscere la proporzionalità diretta, la proporzionalità inversa e la proporzionalità quadratica - Saper costruire tabelle di dati – Saper costruire un grafico nel piano cartesiano- Saper leggere una formula – Saper ricavare informazioni da un grafico - Saper definire le grandezze fisiche spazio percorso, spostamento, velocità , accelerazione – Conoscere il concetto di traiettoria di equazione oraria]

OBIETTIVI

[Saper descrivere il moto rettilineo uniforme – saper definire le grandezze fisiche velocità ed accelerazione del moto rettilineo uniformante accelerato – Sapere la formula della velocità istantanea e della velocità media – Conoscere l'equazione oraria del moto rettilineo uniformante accelerato – Saper costruire i grafici relativi al moto rettilineo uniformante accelerato – Saper leggere informazioni dai grafici]

Le grandezze fisiche del moto rettilineo uniformemente accelerato

In questo capitolo esaminerai un moto più frequente nella realtà: gli spostamenti sono fatti di partenze, di accelerazioni, decelerazioni e fermate. La velocità è variabile e raramente costante.

Definizione

Un corpo si muove di moto rettilineo uniformemente accelerato se:

6. La sua traiettoria è una linea retta
7. La velocità è costante solo in direzione e verso (moto rettilineo), ma non in modulo
8. Il modulo della velocità varia di quantità uguali in intervalli di tempo uguali
9. La velocità media non coincide con la velocità istantanea

L'accelerazione del moto rettilineo uniformemente accelerato

L'accelerazione del moto rettilineo uniformemente accelerato è una grandezza vettoriale la cui direzione, il cui verso ed il cui modulo non variano mai durante il moto.
Il modulo indica la rapidità di variazione della velocità nell'unità di tempo ed è uguale a

Si parla di accelerazione (positiva) quando il corpo aumenta la sua velocità con regolarità

Si parla di accelerazione negativa (o decelerazione) quando il corpo diminuisce la sua velocità con regolarità

La velocità del moto rettilineo uniformemente accelerato

Occorre distinguere fra velocità media e velocità istantanea.
La **velocità media**, per sua stessa definizione, è sempre calcolabile con la formula v $=\frac{\Delta s\ totale}{t_{totale}}$ che la lega spostamento totale al tempo impiegato, considerando anche le eventuali soste.

La **velocità istantanea**, invece, indica la velocità del momento considerato; si ottiene come formula inversa dell'accelerazione; inoltre occorre distinguere fra velocità istantanea finale, cioè al termine dell'intervallo di tempo considerato e velocità istantanea iniziale dell'intervallo in esame.
Se si indica con v_o la velocità iniziale (parte il cronometro) e con v_I la velocità istantanea dopo il tempo tI si hanno

$$V_I = v_o + a \cdot t$$

$$V_o = v_I - a \cdot t$$

Dove l'accelerazione a può anche essere negativa, così che, per le regole della matematica

$$+ \cdot - = -$$

Lo spostamento e l'equazione oraria del moto rettilineo uniformemente accelerato

L'equazione oraria del moto rettilineo uniformante accelerato si ricava calcolando l'area del grafico velocità tempo con il metodo delle aree.
Si ottiene che la legge oraria è:

$$\Delta s = v_o . t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

Si osserva che lo spostamento è proporzionale al quadrato del tempo

La formula "senza tempo"del moto rettilineo uniformemente accelerato.

Dal grafico velocità –tempo si dimostra una formula che risulta utile nella risoluzione di molti esercizi sul moto rettilineo uniformemente accelerato.

In questo testo, è intenzione darla senza alcuna dimostrazione, ma è importante ricordarla:

$$\Delta s = \frac{velocità, finale^2 - velocità\ iniziale^2}{2 \cdot (accelerazione)}$$

Come puoi vedere, lega le velocità, lo spostamento e l'accelerazione, ma non il tempo.

I grafici del moto rettilineo uniformemente accelerato

Come già detto, leggere un grafico è importante quanto imparare ed applicare le formule.
Si osservino i seguenti grafici, facendo attenzione alle grandezze fisiche presenti sugli assi, e non imparare a memoria la forma!

Il grafico spazio- tempo

Auto BLU

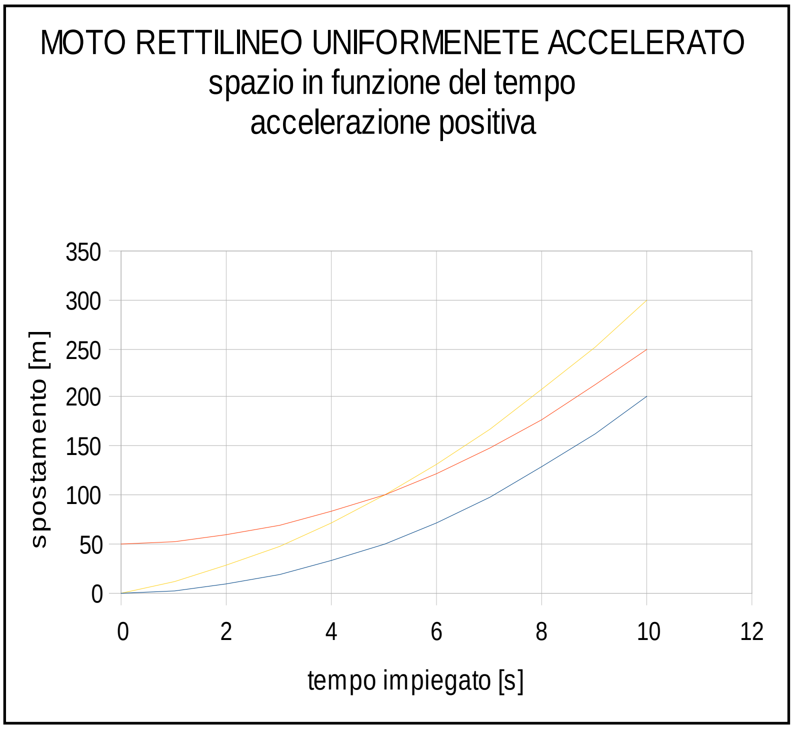
tempo impiegato	[s]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Spostamento	[m]	0	2	8	18	32	50	72	98	128	162	200

Auto ROSSA

tempo impiegato	[s]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Spostamento	[m]	50	52	58	68	82	100	122	148	178	212	250

Auto GIALLA

tempo impiegato	**[s]**	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Spostamento	**[m]**	0	11	24	39	56	75	96	119	144	171	200



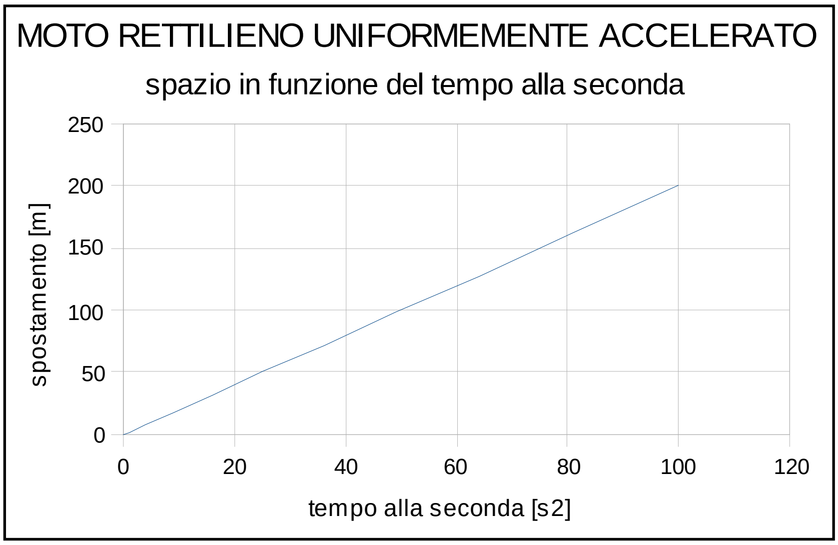
OSSERVA

Tutte e tre le curve rappresentano dei rami di parabola; poiché l'accelerazione è positiva, i rami di parabola sono crescenti.
Non deve stupire poiché il ramo di parabola indica una relazione di proporzionalità diretta.

Le curve Blu e Gialla, all'istante t = o s, in cui si fa partire il cronometro,sono all'origine del sistema di riferimento. Ma qual è più accelerata? In realtà hanno entrambe a = 4 m/s², ma l'auto gialla ha v0 = 10 m/s, mentre la blu parte da ferma.

L'auto Rossa ha una curva "parallela" alla blu. Allora hanno la stessa a = 4 m/s2 e la stesa v0 = 0; ma parte 50 m avanti rispetto all'origine del sistema di riferimento

tempo impiegato	**[s]**	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Spostamento	**[m]**	0	12	28	48	72	100	132	168	208	252	300



RISPONDI

Perché ora c'è una linea retta?

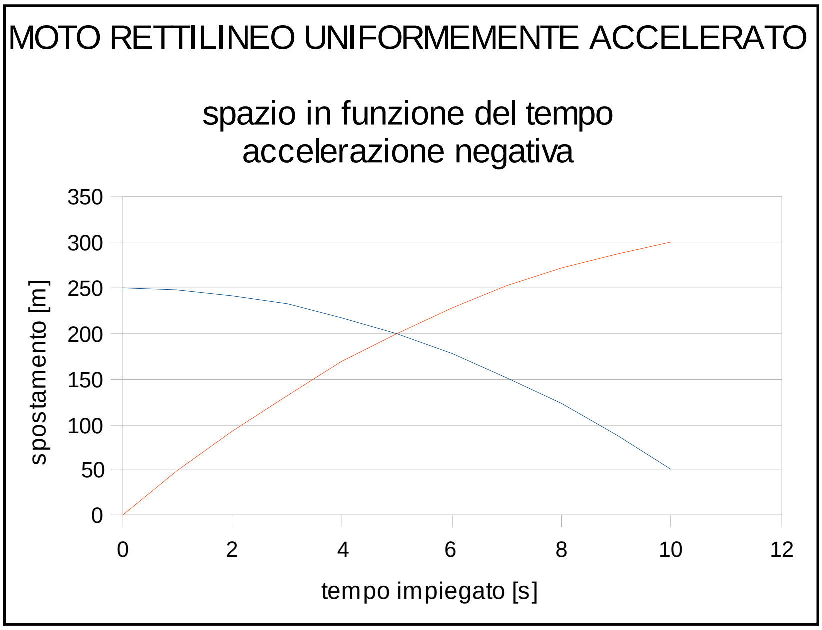
Se osservi attentamente, vedrai che sull'asse delle ascisse c'è t^2 e non il semplice tempo.
Allora spazio e tempo al quadrato sono direttamente proporzionali.

Auto BLU

tempo impiegato	**[s]**	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
spostamento	**[m]**	250	248	242	232	218	200	178	152	122	88	50

Auto ROSSA

tempo impiegato	**[s]**	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
spostamento	**[m]**	0	48	92	132	168	200	228	252	272	288	300



OSSERVA

Tutte e due le curve sono rami di parabola. Ma hanno una curvatura diversa rispetto al grafico precedente. Questa curvatura ti dice che l'auto sta decelerando.

L'auto Blu si sta avvicinando all'origine del sistema di riferimento e rallenta da quando si trova a 250 m da esso.

L'auto rossa, passa dall'origine on una velocità iniziale di 50 m/s e poi frena con accelerazione a = - 4 m/s^2*.*

Il grafico velocità – tempo

Auto BLU

tempo impiegato	**[s]**	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
velocità istantanea	**[m/s]**	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40

Auto ROSSA

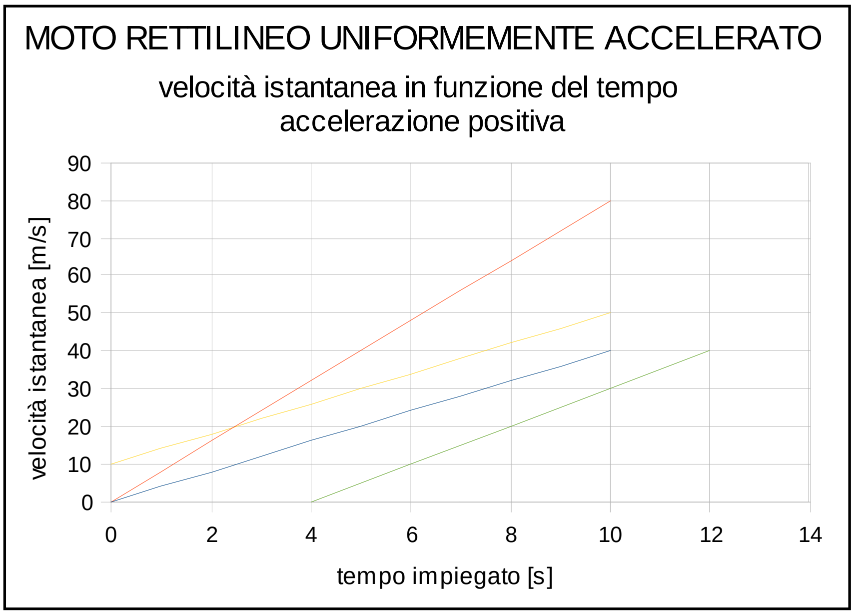
tempo impiegato	**[s]**	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
velocità istantanea	**[m/s]**	0	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80

Auto GIALLA

tempo impiegato	**[s]**	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
velocità istantanea	**[m/s]**	10	14	18	22	26	30	34	38	42	46	50

Auto VERDE

tempo impiegato	**[s]**	4	6	8	10	12
velocità istantanea	**[m/s]**	0	10	20	30	40



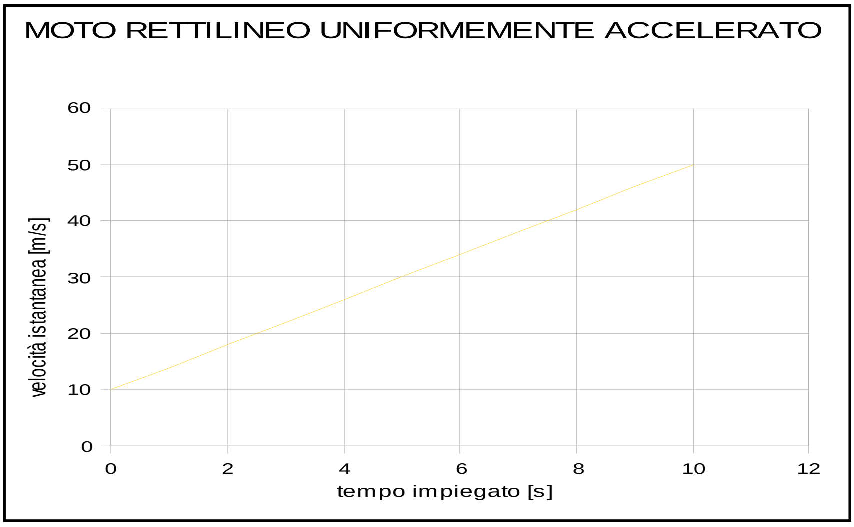
OSSERVA
Quando parte il cronometro, all'istante t = 0 s, l'auto Blu e quella Rossa si trovano nell'origine del riferimento. Presentano, però, inclinazioni diverse. Poiché l'inclinazione è una misura dell'accelerazione, allora l'auto con maggiore accelerazione (ripresa) è quella .. .. Rossa.

L'auto Blu e quella Gialla sono rappresentate da rette parallele; allora hanno la stessa accelerazione, ma mentre quella Blu, a t = 0 s è ferma (v_0 = 0 m/s), quella Gialla sta viaggiando con una velocità di 10 m/s.

E l'auto verde? Essa inizia ad accelerare 4 secondi dopo le altre.

Ricorda.
Una linea orizzontale nel grafico velocità –tempo, rappresenta, come già visto, un moto ad accelerazione nulla e velocità costante

Calcoliamo ora le aree



Il metodo delle aree visto nel caso semplice del moto rettilineo uniforme ha carattere generale e permette di calcolare lo spazio percorso a partire dal grafico velocità – tempo. Il grafico sopra indica le seguenti condizioni:

all'istante t = 0, s la velocità iniziale è v0 = 10 m/s

all'istante t = 10 s, la velocità è v1 = 50 m/s

l'accelerazione è quindi

$$a = \frac{v_{1-v_0}}{t} = \frac{50-10}{10}\frac{m}{s^2} = 4\,\frac{m}{s^2}$$

Applicando l'equazione oraria, lo spazio percorso è

$$\Delta s = vo\,.t + \frac{a \cdot t^2}{2} = 10 \cdot 10 + \frac{4 \cdot 10^2}{2} = 300 \text{ m}.$$

Calcola ora l'area della figura delimitata dalla linea gialla. È un trapezio "coricato" con l'altezza uguale all'intervallo di tempo (10), le due basi uguali, rispettivamente alla velocità iniziale e finale (10 e 50).

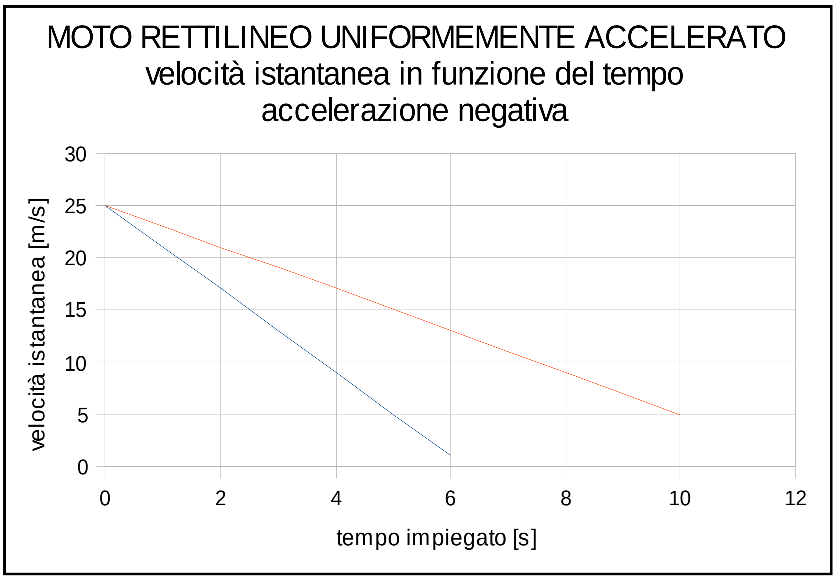
$$A_{\text{Trapezio}} = \frac{(\,Base\ maggiore\ + base\ minore\,) \cdot altezza}{2} = \frac{(50+10) \cdot 10}{2} = 300 \text{ m}$$

Auto BLU

tempo impiegato	**[s]**	0	1	2	3	4	5	6
velocità istantanea	**[m/s]**	25	21	17	13	9	5	1

Auto ROSSA

tempo impiegato	**[s]**	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
velocità istantanea	**[m/s]**	25	23	21	19	17	15	13	11	9	7	5



OSSERVA
Se le auto stanno decelerando è ovvio che abbiano una velocità iniziale non nulla. Entrambe le vetture, all'istante iniziale, stanno viaggiando a 25 m/s.

Quale delle due auto ha maggiore accelerazione negativa? Ovviamente l'auto Blu, che è chiaramente più inclinata; inoltre essa si arresta poco dopo i 6 s, mentre quella Rossa a 10 s ha ancora una velocità di 5 m/s

Il grafico accelerazione-tempo

Auto BLU

tempo impiegato	**[s]**	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
accelerazione	**[m/s2]**	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Auto ROSSA

tempo impiegato	**[s]**	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
accelerazione	**[m/s2]**	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4

Auto GIALLA

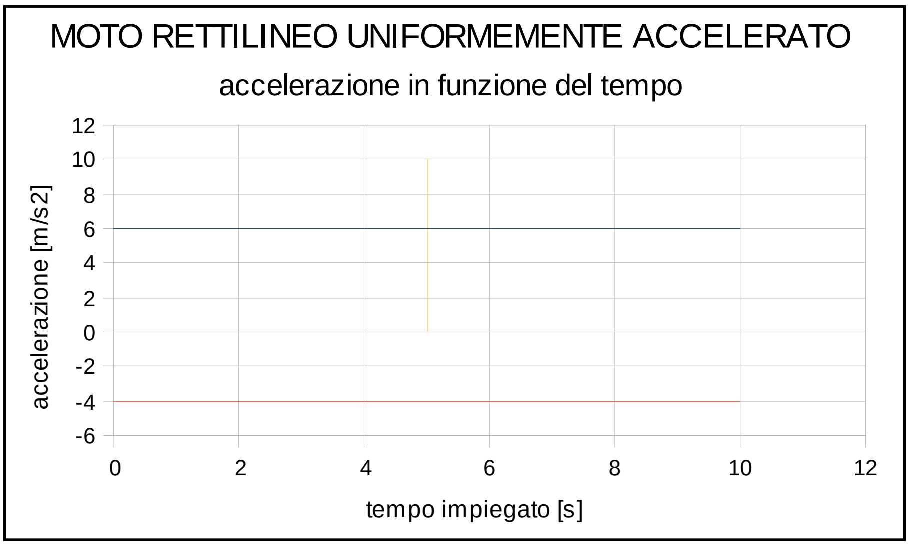
tempo impiegato	**[s]**	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
accelerazione	**[m/s2]**	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

OSSERVA
Poiché l'accelerazione è costante, essa è individuata tramite una retta orizzontale del grafico accelerazione – tempo.

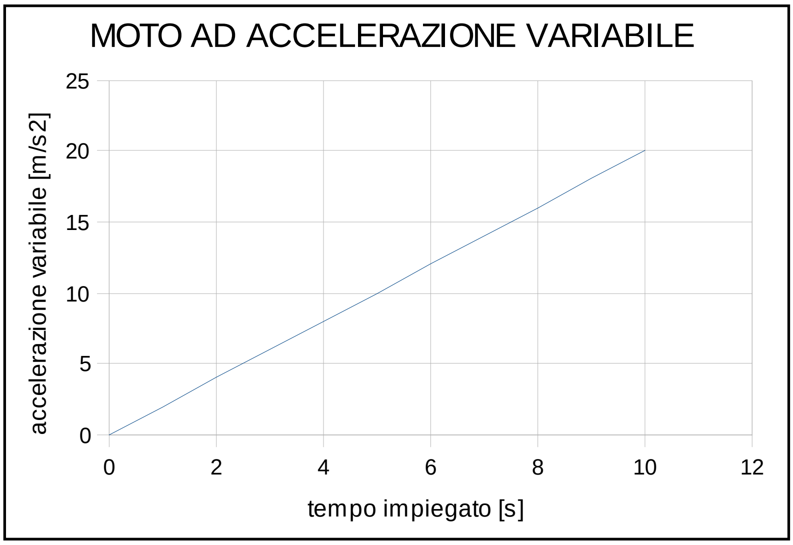
L'auto Blu sta accelerando, con a = 6 m/s^2.

L'auto Rossa, invece è in decelerazione, con accelerazione negativa a = - 4 m/s^2

Sai dire perché, invece, la linea gialla rappresenta una situazione impossibile?



tempo impiegato	**[s]**	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
accelerazione	**[m/s2]**	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20



OSSERVA

Questo grafico non rappresenta né un moto rettilineo uniforme (a = o), né un moto rettilineo uniformemente accelerato (a = costante).

Si tratta, piuttosto, di un moto vario.

Ti dice che l'accelerazione ed il tempo sono direttamente proporzionali; inoltre non puoi applicare nessuna delle tante formule viste per il calcolo dello spazio o della velocità, perché non sai come sono legate fra di loro

Rispondi.

Guardando il grafico sopra sei in grado di calcolare lo spazio percorso nei primi 6 s?
Ovviamente no, poiché non è un grafico velocità – tempo.

Sai rispondere ?

1. Dai la definizione di moto rettilineo uniformemente accelerato
2. Scrivi la formula dell'accelerazione
3. Nel moto rettilineo uniformemente accelerato la velocità istantanea è uguale alla velocità media?
4. In quale grafico puoi osservare una parabola?
5. Scrivi l' equazione oraria di un moto rettilineo uniformemente accelerato
6. Scrivi la formula "senza tempo"
7. L'accelerazione è una grandezza vettoriale? Perché?
8. In quali casi si parla di accelerazione negativa'
9. Disegna il grafico dell'accelerazione in funzione del tempo
10. Disegna il grafico della velocità in funzione del tempo sia per un moto rettilineo uniforme che rettilineo uniformemente accelerato

I MOTI RETTILINEI CHE CONOSCI

PREREQUISITI
[Saper riconoscere un moto rettilineo uniforme – Saper riconoscere un moto rettilineo uniformemente accelerato – Conoscere le equazioni orarie del moto rettilineo uniforme e del moto rettilineo uniformemente accelerato – Sapere le formule della velocità e dell'accelerazione del moto rettilineo uniforme e del moto rettilineo uniformemente accelerato Saper costruire tabelle di dati – Saper costruire e leggere il grafico spazio – tempo - Saper costruire e leggere il grafico velocità – tempo- Saper costruire e leggere il grafico accelerazione - tempo]

OBIETTIVI
[Saper definire il moto di caduta libera – Saper risolvere problemi in cui un corpo parte da fermo – Saper risolvere problemi di un corpo che si ferma – saper risolvere problemi in cui un corpo è lanciato verticalmente verso l'alto]

La caduta libera

Una moneta che scivola dalle mani, una tegola che cade dal tetto, un paracadutista che si lancia dall'aereo sono esempi di moti naturalmente accelerati, caratterizzati da velocità iniziale nulla e accelerazione nota, in quanto uguale a quella di gravità.

Definizione

Si dice che un corpo è in caduta libera se segue una traiettoria rettilinea muovendosi con un'accelerazione ben definita ed uguale per tutti i corpi, detta accelerazione di gravità.

Le formule del moto di caduta libera

Si dice che un corpo è in caduta libera se segue una traiettoria rettilinea m

in un problema di un corpo in caduta libera si deve sempre porre la velocità iniziale uguale a zero e l'accelerazione uguale all'accelerazione di gravità, che sul nostro pianeta è pari 9,81 m/s2 e si indica sempre con g

Grandezza fisica	Formula
accelerazione [m/s^2]	Sempre positiva $g_{Terra} = 9{,}81$
Velocità iniziale [m/s]	$V_0 = 0$
Velocità istantanea [m/s]	$v = g \cdot t$
Spostamento [m]	$\Delta s = +\frac{g \cdot t^2}{2}$
Spostamento [m]	$\Delta s = \frac{v_t^2}{2 \cdot g}$

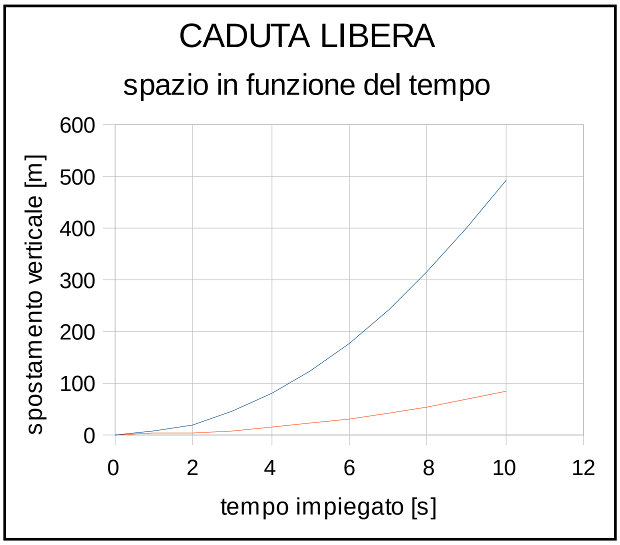
Grafici della caduta libera

Curva BLU: caduta libera sulla Terra

tempo impiegato	**[s]**	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
spostamento	**[m]**	0	4,91	19,62	44,15	78,48	122,63	176,58	240,35	313,92	397,31	490,5

Curva ROSSA: caduta libera sulla Luna

tempo impiegato	**[s]**	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
spostamento	**[m]**	0	0,82	3,27	7,36	13,08	20,44	29,43	40,06	52,32	66,22	81,75



OSSERVA

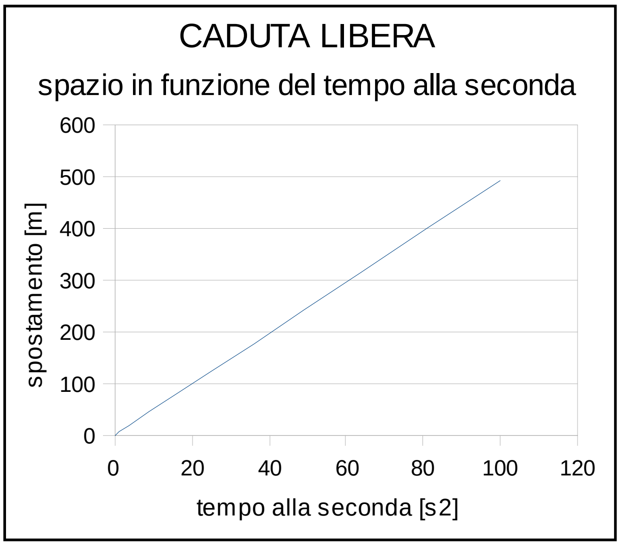
Le due curve sono rami di parabola con la curvatura tipica dei moti d accelerazione positiva.

Sulla Terra, un corpo che cade da circa 200 m (180 m, per la precisione), impiega 6 s; sulla Luna ne impiegherebbe più di 10 …

La curva Blu è più inclinata poiché la costate di proporzionalità, che è l'accelerazione di gravità terrestre è maggiore che sulla Luna

Attenzione.
Poiché il corpo cade, spesso uno si aspetta di vedere l'oggetto che da 500 m arriva a terra.
Invece il grafico sopra parte da zero! Non è uno sbaglio. Infatti questo grafico è una rappresentazione della legge oraria e non a niente a che vedere con la reale traiettoria del corpo.

tempo alla seconda	**[s2]**	0	1	4	9	16	25	36	49	64	81	100
spostamento	**[m]**	0	4,91	19,62	44,15	78,48	122,63	176,58	240,35	313,92	397,31	490,5



OSSERVA
Guardando attentamente le grandezze fisiche sugli assi, sei in grado di dire perché c'è una retta obliqua passante per l'origine?

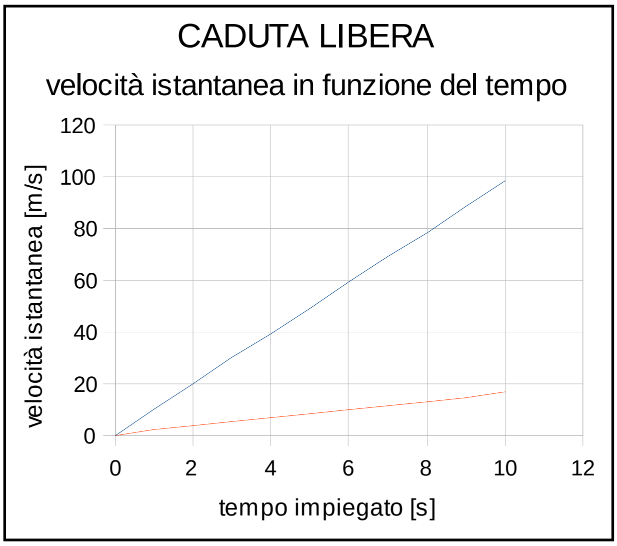
Perché in ascissa c'è il tempo alla seconda.

Curva BLU: caduta libera sulla Terra

tempo impiegato	**[s]**	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
velocità istantanea	**[m/s]**	0	9,81	19,62	29,43	39,24	49,05	58,86	68,67	78,48	88,29	98,1

Curva ROSSA: caduta libera sulla Luna

tempo impiegato	**[s]**	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
velocità istantanea	**[m/s]**	0	1,64	3,27	4,91	6,54	8,18	9,81	11,45	13,08	14,72	16,35



OSSERVA

Un corpo che cade per effetto della sola attrazione gravitazionale non ha velocità iniziale ($v_o = 0$).

Perché la curve Blu della terra è più inclinata? Perché la costante di proporzionalità è maggiore che sulla Luna.

Hai visto prima che un oggetto che cade da 180 m impiega 6 s a toccare terra; ora puoi vedere che l'urto avviene ad una velocità di 60 m/s = 216 km/h. non male.
Negli stessi 6 s, sulla Luna, si avrebbe una velocità di circa 10 m/s.

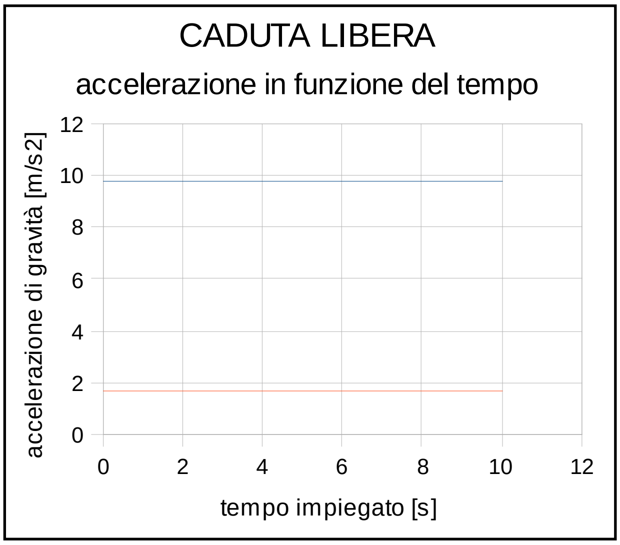
Ricorda.
Anche senza vedere il grafico precedente, per sapere lo spazio di caduta dopo 6 secondi è sufficiente calcolare l'area della figura limitata dalla curva Blu (sulla terra) fino a 6 secondi; si tratta di un rettangolo di base uguale l'intervallo di tempo considerato (6) ed altezza la velocità all'istante in esame (60). Applicando la formula per il calcolo dell'area di un triangolo, trovi ... proprio 180 m

Curva BLU: caduta libera sulla Terra

tempo impiegato	**[s]**	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
accelerazione	**[m/s2]**	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81

Curva ROSSA: caduta libera sulla Luna

tempo impiegato	**[s]**	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
accelerazione	**[m/s2]**	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64



OSSERVA

L'accelerazione di gravità è sempre una costante del moto, ossia non cambia mai valore.

La linea Blu corrisponde all'accelerazione di gravità terrestre $g = 9{,}81\ m/s^2$.

La linea Rossa corrisponde all'accelerazione di gravità lunare $g = 1{,}63\ m/s^2$, ossia circa 1/6 di quella terrestre.

ANETA	ACCELERAZIONE DI GRAVITA' [m/s²]	QUAL E' IL TUO PESO?
Mercurio	3,58	
Venere	8,87	
Terra	9,81	
Marte	3,74	
Giove	26,01	
Saturno	11,17	
Urano	10,49	
Nettuno	13,25	
Plutone[2] (non è più un pianeta)	0,73	
Sole (è una stella)	273,6	
Luna (è un satellite)	1,62	

Il moto di un corpo che parte

Quando scendi dal letto, la tua velocità, da nulla, assume un certo valore. Quando sali in auto, metti in moto e parti la tua velocità aumenta da zero al valore di "crociera".

Definizione

Si dice che un corpo parte da fermo, quando la sua velocità iniziale è zero. Si tratta di un moto vario; in particolare, si considera il caso di un corpo che varia la velocità in modo uniforme.

---

[2] Plutone, scoperto nel 1930, è considerato, dal 2007 un pianeta nano. Non soddisfa i criteri che gli astronomi hanno stabilito per distinguere i pianeti dagli altri corpi celesti.

Le formule del moto di un corpo che parte.

In un problema di un corpo che parte da fermo si deve sempre porre la velocità iniziale uguale a zero; l'accelerazione si considera sempre costante.

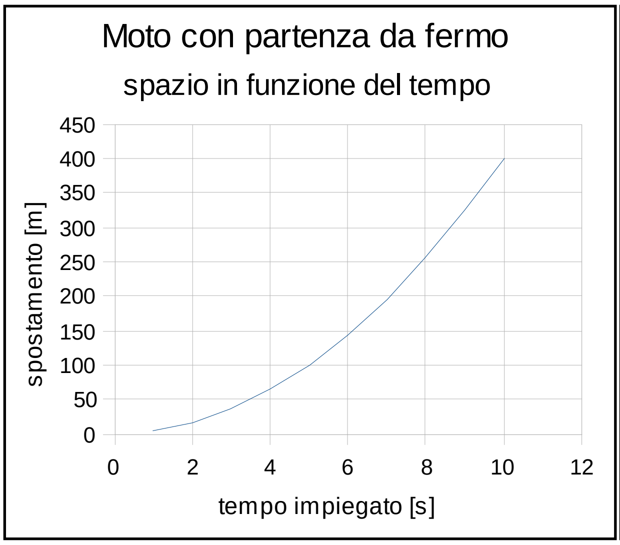
Grandezza fisica	Formula
accelerazione $[m/s^2]$	Sempre positiva Sempre costante
Velocità iniziale [m/s]	$V_0 = 0$
Velocità istantanea [m/s]	$v = V_0 + a \cdot t$
Spostamento [m]	$\Delta s = V_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$
Spostamento [m]	$\Delta s = \frac{v_t^2 - v_0^2}{2 \cdot a}$

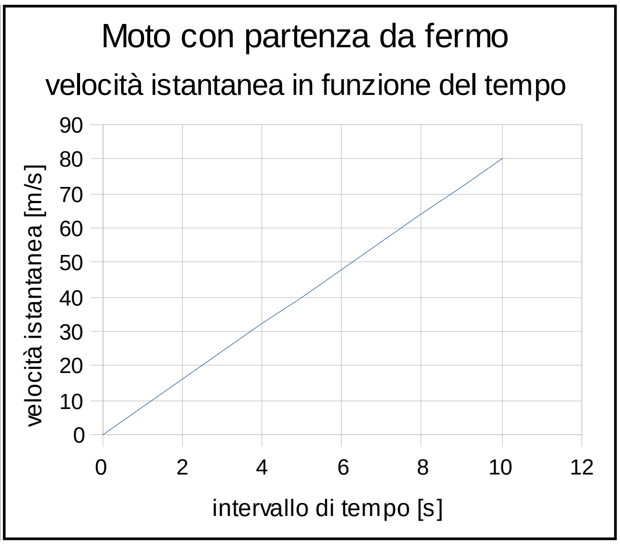
Grafici del moto di un corpo che parte.

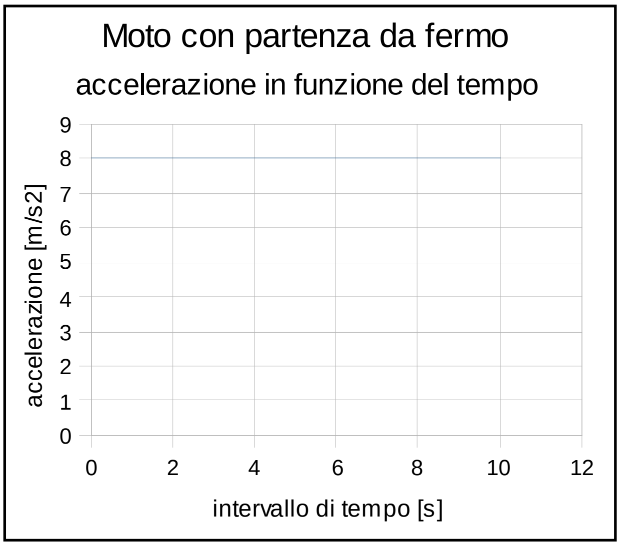
spostamento	**[m]**	4	16	36	64	100	144	196	256	324	400
tempo impiegato	**[s]**	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

tempo impiegato	**[s]**	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
velocità istantanea	**[m/s]**	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80

tempo impiegato	**[s]**	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Accelerazione	**[m/s2]**	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8







PROVA TU
Prova a commentare i tre grafici!
Se hai compreso quelli visti nel caso generale non è difficile.

Qual è l'accelerazione?

Quanto spazio ha percorso in 10 s?

Prova a calcolare lo spazio con il metodo delle aree.

Il moto di un corpo lanciato verticalmente verso l'alto

Quando lanci una palla in alto, sai che prima o poi tornerà giù; questo significa che arrivato alla massima altezza inerte la velocità e torna giù.

Descrizione.

1. È un moto rettilineo naturalmente decelerato durante la salita, con accelerazione negativa $a = -g = -9{,}81\ m/s^2$
2. Nel punto di altezza massimo la velocità si annulla, poiché c'è l'inversione del moto
3. È un moto naturalmente accelerato durante la discesa, con $a = g = +9{,}81$ m/s2
4. Il tempo che impiega a salire fino alla quota massima è uguale al tempo che impiega a cadere
5. Il tempo di volo, ossia il tempo che impiega a tornare terra è, quindi, il doppio del tempo che impiega a salire fino all'altezza massima.

In un problema di un corpo lanciato verticalmente verso l'alto, le richieste di calcolare l'altezza massima od il tempo impiegato a raggiungerla si risolvono ponendo $v_{max} = 0$

Le formule del moto di un corpo lanciato verticalmente verso l'alto.

Grandezza fisica Del moto	SALITA	QUOTA MASSIMA	DISCESA
accelerazione g [m/s^2]	- 9,81 Moto "decelerato"		+ 9,81 Moto "decelerato"
Velocità iniziale [m/s]	$V_0 \neq 0$		$V_0 = 0$
Velocità istantanea [m/s]	$v = V_0 + g \cdot t$ Ricorda che g è negativa		$V = g \cdot t$ Come la caduta libera
	Alla quota massima raggiungibile $V_{max} = 0$		Alla quota massima inizia la discesa, come fosse caduta libera
			Il corpo tocca terra con la stessa velocità V_0 con cui è stato lanciato
Spostamento [m]	$\Delta s = V_0 \cdot t + \frac{g \cdot t^2}{2}$ Ricorda che g è negativa		$\Delta s = +\frac{g \cdot t^2}{2}$
Spostamento [m]	$\Delta s = \frac{v_t^2 - v_0^2}{2 \cdot g}$		$\Delta s = \frac{v_t^2}{2 \cdot g}$
Quota massima [m]	$\Delta s = \frac{-v_0^2}{2 \cdot g}$		
Tempo per raggiungere la quota massima [s]	$t_{max} = \frac{-v_0}{g}$		
Tempo di volo [s]	$t_{volo} = 2 \cdot t_{max}$		

Grafici del moto di un corpo lanciato verticalmente verso l'alto.

I seguenti grafici si riferiscono al moto di un corpo lanciato verticalmente verso l'alto con una velocità iniziale di 25 m/s. Applicando diligentemente le formule precedenti si trova che, sulla Terra:

$$\Delta s_{max} = 31{,}86 \text{ m}$$
$$T_{max} = 2{,}54 \text{ s}$$

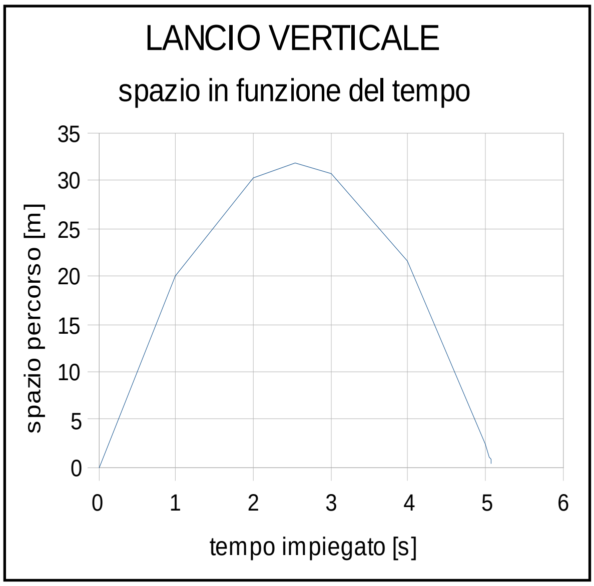
e dopo 2,54 s inizia la discesa

Sulla TERRA — SALITA — DISCESA

tempo impiegato	**[s]**	0	1	2	2,54		3	4	5	5,05	5,06	5,07	5,08
spostamento	**[m]**	0	20,1	30,38	31,85		30,86	21,52	2,37	1,16	0,91	0,67	0,42

Sulla LUNA

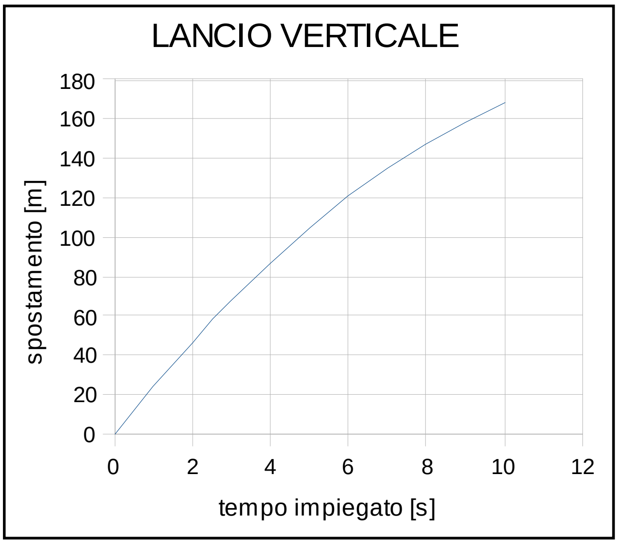
tempo impiegato	**[s]**	0	1	2	2,54		3	4	5	6	7
spostamento	**[m]**	0	24,18	46,73	58,23		67,64	86,92	104,56	120,57	134,94



OSSERVA

Il grafico della legge oraria ti fa vedere che il corpo sale fino circa 31 m nell'istante 2,54 s e poi torna indietro, ripercorrendo altri 31 m fino a tornare a terra.

Inoltre è importante osservare che l'istante in cui tocca terra è il doppio del tempo che impiega a salire fino alla massima altezza; quindi il corpo impiega lo stesso tempo sia per salire he per scendere

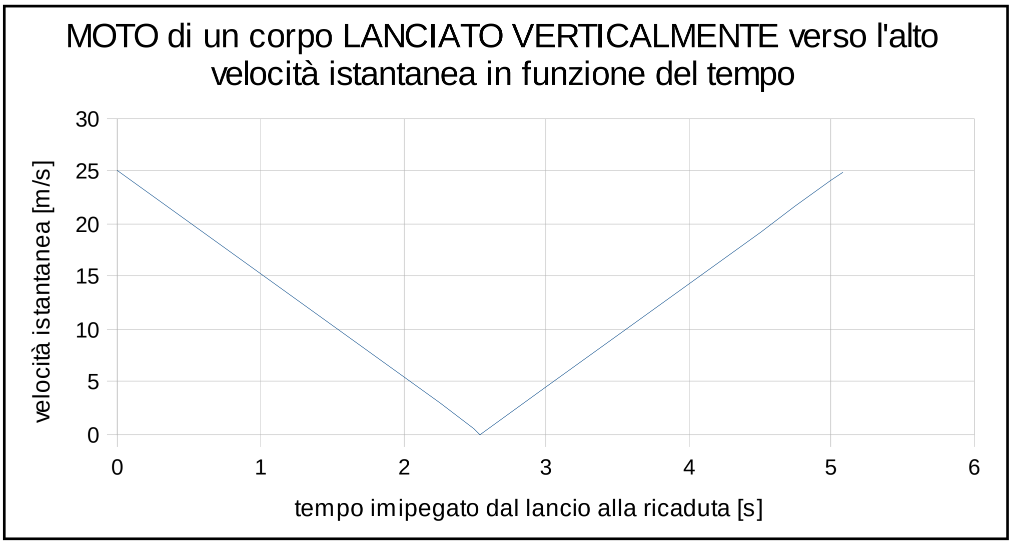


OSSERVA

Se il corpo viene lanciato con la stessa velocità iniziale (25 m/s) sulla Luna e non sulla Terra, nei primi 10 s, il corpo è in fase di salita; la curva è un ramo di parabola, poiché spazio e tempo sono legati da proporzionalità quadratica.

SALITA — DISCESA

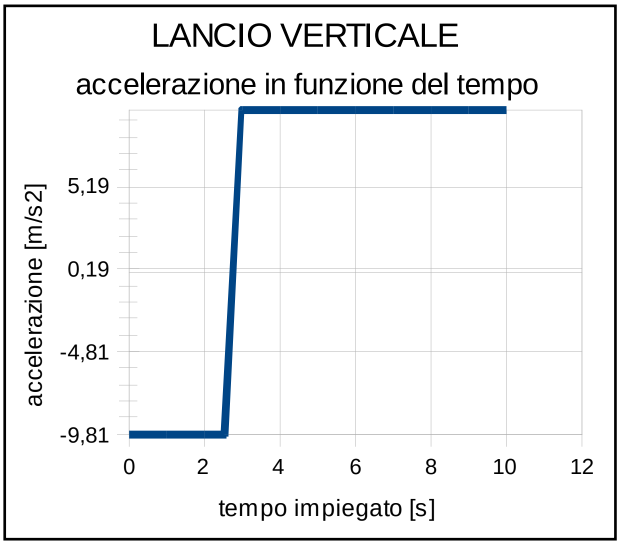
tempo impiegato	**[s]**	0	1	2	2,25	2,5	2,54	3	4	5	5,08
velocità istantanea	**[m/s]**	25	15,19	5,38	2,93	0,47	0,08	29,43	39,24	49,05	49,83



OSSERVA

- *Fino all'istante t = 2,54 s, la velocità del corpo diminuisce in modo proporzionale al tempo;*
- *si annulla quando raggiunge la quota massima, prima di iniziare la ricaduta (all'istante t = 2,54 s)*
- *dopo la velocità ricomincia a salire, quando raggiunge la velocità con cui è stato lanciato ha raggiunto terra (all'istante t = 5,08 s)*

		SALITA					**DISCESA**							
tempo impiegato	**[s]**	0	1	2	2,54		3	4	5	6	7	8	9	10
accelerazione	**[m/s2]**	-9,81	-9,81	-9,81	-9,81		9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81



OSSERVA

Questo grafico non necessita di commenti:

fino all'istante t = 2,54 s il corpo è soggetto ad un moto con accelerazione negativa.

Dopo aver raggiunto la quota massima, inizia a cadere in caduta libera, con accelerazione positiva.

Il moto di un corpo che si ferma

Quando vai a letto, la tua velocità si annulla; un treno che arriva in stazione e si ferma, vedere un semaforo rosso e fermarsi, fermarsi alle strisce pedonali .... .. questo è il moto più comune.

Definizione

Si dice che un corpo si ferma, quando la sua velocità finale è zero. Si tratta di un moto vario; in particolare, si considera il caso di un corpo che diminuisce la velocità in modo uniforme.

Le formule del moto di un corpo che si ferma

In un problema di un corpo che si ferma si deve sempre porre la velocità finale uguale a zero; l'accelerazione si considera sempre costante e negativa

Grandezza fisica	Formula
accelerazione $[m/s^2]$	Sempre negativa Sempre costante
Velocità iniziale [m/s]	$V_0 \neq 0$
Velocità istantanea [m/s]	$v = V_0 + a \cdot t$ ricorda che l'accelerazione è negativa
Velocità finale [m/s]	$V_{finale} = 0$
Spostamento [m]	$\Delta s = V_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$ ricorda che l'accelerazione è negativa
Spostamento [m]	$\Delta s = \frac{v_t^2 - v_0^2}{2 \cdot a}$ ricorda che l'accelerazione è negativa

Grafici di un corpo che si ferma.

Prova tu.
Prova tu a disegnare i grafici di un corpo che è in moto con velocità iniziale di 30 m/s ed una accelerazione di -6 m/s².
1. Dopo quanto tempo si ferma?
2. Qual è lo spazio di frenata?
3. Quale curva ti aspetti nel grafico dello spazio in funzione del tempo?
4. Perché?
5. Quale curva ti aspetti nel grafico della velocità istantanea in funzione del tempo?
6. Perché?
7. Quale curva ti aspetti nel grafico dell'accelerazione in funzione del tempo?
8. Perché?

Esercizi guidati

Se parti da fermo con una accelerazione costante di 0,2 m/s², quanto tempo impieghi a raggiungere la velocità istantanea di 5,0 m/s? Quanto spazio percorri?

Dati. vo = 0 (velocità iniziale nulla)
v1 = 5, 0 m/s (velocità finale)
a = 0,2 m/s² (accelerazione)
t?
Δs ?

Formule. $a = \frac{v_1 - v_0}{t}$; $s = v_o \cdot t + \frac{at^2}{2}$; $s = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2a}$; dalla prima si ricava : $v = v_o + a \cdot t$

Risoluzione . Bisogna utilizzare la prima formula, dalla quale si ricava il tempo t:

$t = \frac{v_1 - v_0}{a} = \frac{(5{,}0-0) m/s^2}{0{,}2\ m/s^2} = 25$ s

utilizzando la seconda formula: $s = v_o \cdot t + \frac{at^2}{2} = 0 + \frac{0{,}2 \cdot 25^2}{2} = 62{,}5$ m

utilizzando la terza formula : $s = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2a} = \frac{5^2 - 0}{2 \cdot 0{,}2} 62{,}5$ m

Mentre sei in moto alla velocità di 1,5 m/s, subisci un'accelerazione di 0,8 m/s². Quanto tempo impieghi a raggiungere una velocità 10 volte quella iniziale? Quanto spazio percorri in questo tempo?

Dati. vo = 1,5 m/s (velocità iniziale, già nel sistema internazionale)
v1 = 15 m/s (velocità finale)
a = 0,8 m/s² (accelerazione)
t?
Δs ?

Formule. $a = \frac{v_1 - v_0}{t}$; $s = v_o \cdot t + \frac{at^2}{2}$; $s = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2a}$; dalla prima si ricava : $v = v_o + a \cdot t$

Risoluzione . Bisogna utilizzare la prima formula, dalla quale si ricava il tempo t:

$t = \frac{v_1 - v_0}{a}$ = … … … … … … … … … … ….= 16,875 s

utilizzando la seconda formula: s = ...= 139,22m

utilizzando la terza formula : s = ...= 139,22m

Stai viaggiando su un treno che marcia a 72 km/h. Se si ferma dopo 40 s, qual è stata la sua accelerazione? E lo spazio di frenata ?

Dati. v_0 = 72 km/h = 20 m/s (velocità iniziale, nel sistema internazionale)
v_1 = 0 m/s (velocità finale nulla)
t = 40 s (tempo di frenata)
a?
Δs ?

Formule. $a = \frac{v_1 - v_0}{t}$; $s = v_o \cdot t + \frac{at^2}{2}$; $s = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2a}$; dalla prima si ricava : $v = v_o + a \cdot t$

Risoluzione . Bisogna utilizzare la prima formula: $a = \frac{v_1 - v_0}{t} = \frac{0 - 20\ m/s}{40\ s} =$ - 0,5 m/s²

utilizzando la seconda formula: $s = v_o \cdot t + \frac{at^2}{2}$ = ... = 400 m

utilizzando la terza formula : ; $s = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2a}$ = ...= 400 m

Lanci un sasso verso l'alto. Torna al suolo dopo 4 s. Qual è la velocità di lancio? Qual è la massima altezza raggiunta? Con quale velocità urta il suolo?

Dati. V_{max} = 0 m/s (nel punto più alto possibile, il sasso ha velocità nulla)
t = 4 s (tempo di salita + discesa)
$t_{salita} = t_{discesa}$ = 2 s
g = - 9,81 m/s² (durante la salita, sulla Terra)
g = 9,81 m/s² (moto di caduta libera, sulla Terra)

v_o =?

s_{max} = ?
v_{suolo} =?

Formule. $g = \frac{v_1 - v_0}{t}$; $s = v_o \cdot t + \frac{gt^2}{2}$; $s = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2g}$; dalla prima si ricava : $v = v_o + g \cdot t$

Risoluzione .

Bisogna utilizzare l'ultima formula, ricavando: $v_o = v_{max} - g \cdot t$ = 0 – (-9,81)· 2= 19,62 m/s

utilizzando la terza formula : $s_{max} = \frac{v_{max}^2 - v_0^2}{2g} = \frac{0 - 19{,}62^2}{2(-9{,}81)} =$ 19,62 m

in assenza di attriti, il sasso tocca terra alla stessa velocità cui è stato lanciato, cioè 19,62 m/s

Se ti tuffi da un trampolino alto 20 m, dopo quanto tempo tocchi l'acqua? Qual è la velocità d'impatto?

Dati. V_o = 0 m/s (velocità iniziale nulla)
s = 20 m
g = 9,81 m/s² (moto di caduta libera, sulla Terra)
t = ?
v =?

Formule.
$g = \frac{v_1}{t}$; $s = \frac{gt^2}{2}$; $s = \frac{v_1^1}{2g}$; dalla prima si ricava : $v = g \cdot t$;

Risoluzione .

Bisogna utilizzare la seconda formula, ricavando: $t = \sqrt{\frac{2s}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 20}{9{,}81}}$ = 2,02 s

utilizzando l'ultima formula ,, si trova $v_1 = g \cdot t$ = 9,81 · 2,02 = 19,82 m/s.

Sai rispondere ?

1.	Cosa significa che un corpo è in caduta libera?
2.	Cos a cambia se i trovi su Giove e cadi?
3.	Fai un esempio di moto con partenza da fermo
4.	Fai un esempio di moto di un corpo che si ferma
5.	Spiega, anche utilizzando le formule, il moto di un corpo lanciato verso l'alto

HAI IMPARATO CHE ...

- I moti rettilinei possono avere leggi differenti
- La velocità media non è la velocità istantanea
- La velocità istantanea dipende dall'accelerazione
- Che grafici "uguali" forniscono informazioni diverse a seconda delle grandezze presenti sugli assi

IL MOTO CIRCOLARE UNIFORME

PREREQUISITI

[Saper utilizzare le 4 operazioni – Saper risolvere semplici equazioni ad un'incognita - Saper distinguere le grandezze vettoriali da quelle scalari - Saper riconoscere la proporzionalità diretta, la proporzionalità inversa e la proporzionalità quadratica –Conoscere le grandezze fisiche tempo e periodo- Conoscere le grandezze fisiche velocità ed accelerazione- Conoscere la figura geometrica del cerchio]

OBIETTIVI

[Saper riconoscere un moto periodico – saper definire il moto circolare uniforme – Saper distinguere il periodo dalla frequenza – Saper distinguere la velocità tangenziale dalla velocità angolare – saper definire i vettori velocità tangenziale ed accelerazione centripeta]

Come si descrive un corpo che si muove di moto circolare uniforme

Hai mai osservato le lancette di un orologio analogico? Cosa hanno in comune i due orologi che vedi nelle figure sotto?

Non di certo le dimensioni ..... Le lancette che segnalano il passare del tempo sono tutte fissate nel centro del quadrante e ruotano intorno ad esso.

Definizione

Un corpo si muove di moto circolare uniforme se:

1. La sua traiettoria è una circonferenza di raggio R e centro O
2. Percorre archi di circonferenza uguali in intervalli di tempo uguali
3. La sua velocità istantanea è costante solo in modulo (moto uniforme); direzione e verso cambiano ad ogni istante, mantenendosi tangente alla circonferenza descritta
4. È dotato di un'accelerazione, poiché la velocità varia, nel tempo, due sue caratteristiche (direzione e verso)

Il periodo e la frequenza del moto circolare uniforme

Si definisce **periodo** il tempo impiegato a descrivere una circonferenza, cioè a percorrere un giro completo della circonferenza (del quadrante).

Essendo un intervallo di tempo si misura in secondi (o in minuti, ore....).

Si definisce **frequenza** il numero di giri fatti nell'unità di tempo. Poiché l'unità di tempo è il secondo (non il minuto e nemmeno l'ora), la frequenza è il numero di giri fatti in un secondo.

Ma fa attenzione!! Nella maggior parte dei casi, la frequenza non è un numero intero, ma una frazione; nella maggior parte delle situazioni, in un solo secondo si riesce a percorrere solo una parte della circonferenza, non tutta quanta.

Anche se non è un moto circolare, nei circuiti di formula uno, il Periodo è il tempo impiegato a fare un giro completo della gara; quindi in un secondo....si è solo all'inizio

La velocità tangenziale

Torna ora a considerare le lancette dei minuti degli orologi. Esse descrivono circonferenze di raggio diverso, ma nello stesso intervallo di tempo, cioè il periodo T di 60 minuti.
Ma con quale velocità descrivono il giro completo del quadrante?
Basta "adattare" la definizione di velocità: essa è un indice dello spazio percorso nell'unità di tempo

$$v = \frac{\text{spazio percorso}}{\text{tempo impiegato}}$$

Nel caso del moto circolare uniforme lo spazio percorso in un giro completo è la circonferenza e, dalla geometria, sai che

$$\text{spazio} = \text{circonferenza} = 2\,\pi\,R.$$

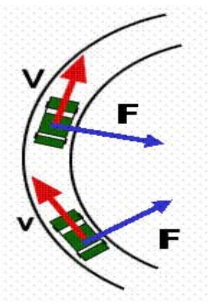
Il tempo corrispondente, impiegato a descrivere il quadrante è, invece, il periodo T.
Così

$$v = \frac{(2\pi R)}{T} \qquad [3]$$

Essa è uniforme, ossia non cambia mai valore: infatti sia il raggio R della circonferenza che il periodo T non cambiano mai.

Ma ricorda che la velocità è una grandezza fisica vettoriale e necessita, oltre che del modulo, appena trovato, anche di una **direzione** e d un **verso**.

La velocità è sempre **diretta** tangenzialmente alla circonferenza: in altre parole il vettore velocità è perpendicolare al raggio. Da qui la definizione di velocità tangenziale.
Quindi la velocità tangenziale cambia direzione ad ogni istante; basta pensare di disegnare il vettore velocità in ognuna delle 12 ore del quadrante, perpendicolarmente alla lancetta (raggio) in quell'ora.
Per quanto riguarda il **verso**, è sufficiente stabilire il verso di percorrenza della circonferenza e dire se è orario od antiorario..

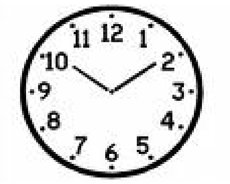


Per comprendere il significato di velocità tangenziale, puoi pensare ad un lanciatore del disco o del martello. L'attrezzo viene fatto ruotare e poi lasciato a se stesso.
Esso non percorre una circonferenza, bensì prosegue in direzione rettilinea e perpendicolare alla direzione del braccio, al momento del rilascio.

Oppure, hai mai osservato un'auto che esce fuori pista, in una curva durante una gara? Osserva, al rallentatore, dove esce fuori strada..... anche nei videogiochi di rally, l'uscita dalla pista in curva rispetta le leggi della fisica.....

La velocità angolare.

La sua definizione recita: “la velocità angolare è la velocità del corpo che si muove di moto circolare espressa in funzione dell'angolo al centro corrispondente”
Cerchiamo, ora, di capirla.



Entrambi gli orologi segnano le 10 e 10. Le due lancette rappresentano i lati che formano l'angolo al centro, individuabile dalla vite attorno cui ruotano.
Immagina ora che la lancette delle ore sia rotta e rimanga sempre ferma sulle 10; quella dei minuti, invece funziona correttamente, e al passare dei minuti si sposta.... le 10 e 15.....le 10 e 20..... e così via.
Alle 10 e 20 l'angolo formato dalle lancette è 180°; alle 10 e 40 le lancette sono sovrapposte e l'angolo vale 0.
Dopo il periodo di 60 minuti la lancetta torna nella posizione iniziale, come nelle foto. Essa, in 60 minuti, ha descritto un angolo giro di 360°.
Come la velocità tangenziale rappresenta lo spazio percorso nell'unità di tempo, così la velocità angolare, come dice il nome, rappresenta l'angolo descritto (dalla lancetta) nell'unità di tempo.

Essa si indica con la lettera greca minuscola “omega”: $\omega = \frac{\text{angolo descritto}}{\text{periodo}}$.

Se si fa il giro completo, l'angolo descritto è quello giro, espresso in radianti e non in gradi.
Poiché $360° = 2\pi$

la velocità angolare risulta $$\omega = \frac{2\pi}{T} \qquad [4]$$

e si misura, non in m/s, ma in radianti/secondo.

Non dimenticare che la velocità angolare è un vettore. La sua **direzione** coincide con quella dell'asse del moto, cioè la vite che unisce le lancette al centro del quadrante ed il suo **verso** è entrante nel quadrante nel caso di percorrenza oraria, ed uscente se antioraria.

Osserva che le velocità angolari dei due orologi considerati prima per il calcolo della velocità tangenziale sono identiche. Sai dire perché, osservando la formula? (Risposta: ω non dipenda dal raggio del quadrante)

L’accelerazione centripeta.

L’accelerazione centripeta permette al corpo di muoversi lungo una traiettoria curvilinea, poiché spinge il corpo verso il centro della circonferenza.
Come sai, l’accelerazione rappresenta la variazione di velocità nell’unità di tempo. Nel caso dl moto circolare uniforme, dove sia la velocità tangenziale che angolare sono costanti, l’accelerazione misura la **variazione** della **direzione** della **velocità** nell’unità di tempo, cioè nel periodo.
Il vettore velocità, come le lancette cui è perpendicolare, descrive una circonferenza, ossia un angolo giro, che in radianti è $\mathbf{2\pi}$
Tenendo conto di ciò, e tralasciando dimostrazioni matematiche e costruzioni grafiche, puoi osservare che l’accelerazione centripeta è:

$$a = \frac{(2\pi V)}{T} \qquad [5]$$

Approfondimenti/Note: spiegare ed indicare le altre formule $a = \frac{v^2}{R}$ [6],

$$a = \omega^2 \cdot R \qquad [7]$$

L'accelerazione centripeta è un vettore. La sua direzione coincide on quella del raggio, cioè le lancette, ed il suo verso è rivolto al centro della circonferenza. (dovreste montare le lancette con le frecce sulle viti).

Ogni volta che in automobile o sul motorino percorri una rotonda, mantenendo la velocità indicata dal tachimetro costante, l'accelerazione centripeta "misura" la variazione della direzione di velocità

Esercizi guidati

Quando ascolti un CD, in genere, esso ruota a 350 giri al minuto. Sapendo che il suo raggio è di 6,0 cm, calcola:

1. **la frequenza ed il periodo**
2. **la velocità angolare**
3. **la velocità tangenziale**
4. **l'accelerazione centripeta**

Dati. f = 350 giri/60 secondi = 5,8 Hz
r = 0,06 m = 6,0 10^{-2} m

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

$\omega = \frac{2\pi}{T}$ oppure $\omega = 2\pi f$

$v_{tangenziale} = \frac{2\pi r}{T}$ oppure $v_{tangenziale} = 2\pi r f$

$a_{centripeta} = \frac{2\pi v}{T}$ oppure $a_{centripeta} = \frac{v^2}{r}$

Risoluzione.

$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{5,8}$ = ... s = 0,17 s

$\omega = 2\pi f$ = ... rad/s = 36,42 rad/s

$v_{tangenziale} = 2\pi r f$ = ... m/s = 2,19 m/s

$a_{centripeta} = \frac{2\pi v}{T}$ = ... m^2/s = 80,9 m/s^2

La Terra compie un giro completo attorno al proprio asse ogni 24 ore. Sapendo che il raggio della Terra è di circa 6,4 milioni di km, calcola:

1. **la frequenza**

2. la velocità tangenziale
3. la velocità angolare
4. l'accelerazione centripeta

Dati.

T = 24 ore = 24 ·3600 secondi = 86400 secondi
R = 6.400.000.000 m = 6,4 10^9 m

Formule.

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

$\omega = \frac{2\pi}{T}$ oppure $\omega = 2\pi f$

$v_{tangenziale} = \frac{2\pi r}{T}$ oppure $v_{tangenziale} = 2\pi r f$

$a_{centripeta} = \frac{2\pi v}{T}$ oppure $a_{centripeta} = \frac{v^2}{r}$

Risoluzione.

$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{86.400}$ = ... s = 1,2 10^{-5} s

$v_{tangenziale} = 2\pi r f$ = ... m/s = 4,8 10^5 m/s

$\omega = 2\pi f$ = ... rad/s = 7,5 10^{-5} rad/s

$a_{centripeta} = \frac{2\pi v}{T}$ = ... m²/s = 3,510 m/s²

Sai rispondere ?

1.	Sai definire il moto periodico?
2.	Perché si chiama moto circolare uniforme?
3.	Perché un moto uniforme ha, però, un'accelerazione?
4.	Definisci le caratteristiche del vettore accelerazione centripeta.
5.	Che cosa è la frequenza? E la sua unità di misura?
6.	Che cosa è la velocità tangenziale?
7.	Qual è la formula della velocità angolare?
8.	Due corpi possono avere due velocità tangenziali diverse, ma velocità angolari uguali?
9.	Qual è l'unità di misura del periodo?
10.	Fai un esempio di moto circolare uniforme.

IL MOTO ARMONICO

PREREQUISITI

[Saper utilizzare le 4 operazioni – Saper risolvere semplici equazioni ad un'incognita - Saper distinguere le grandezze vettoriali da quelle scalari - Saper riconoscere la proporzionalità diretta, la proporzionalità inversa e la proporzionalità quadratica –Conoscere le grandezze fisiche tempo e periodo- Conoscere le grandezze fisiche velocità ed accelerazione- Conoscere la figura geometrica del cerchio]

OBIETTIVI

[Saper riconoscere un moto periodico – saper definire il moto armonico semplice – Saper distinguere il periodo dalla frequenza – Conoscere il concetto di elongazione e di fase – Riconoscere la relazione con il moto circolare uniforme – Saper definire la velocità e l'accelerazione del moto armonico -Saper fare esempi di moti armonici]

Come si descrive un corpo che si muove di moto armonico

Il pendolo che batte il tempo, la molla che va su e giù, l'altalena che oscilla sono tutti esempi di moto armonico.

Definizione

Quando un corpo si muove di moto circolare uniforme lungo una circonferenza di centro C e diametro AB, la sua proiezione sul diametro si muove di moto armonico semplice, avanti ed indietro lungo AB; si tratta quindi di un moto rettilineo (la traiettoria è il diametro) vario, poiché sia la velocità che l'accelerazione variano ad ogni istante. Si dice che la proiezione del corpo sul diametro oscilla intorno al centro C della circonferenza.

L'elongazione

Il centro C della circonferenza si chiama centro del moto armonico.
L'elongazione è la distanza fra il centro dell'oscillazione C e la posizione della proiezione del corpo in moto circolare uniforme sul diametro all'istante in esame.
La massima elongazione possibile corrisponde, allora, al raggio OA oppure OB. Il raggio si chiama ampiezza dell'oscillazione armonica.

Il periodo e la frequenza del moto armonico semplice

Si definisce periodo del moto armonico il tempo impiegato a compiere un'oscillazione completa. L'oscillazione completa corrisponde a percorrere il diametro AB in andata e ritorno, cioè da A a B e poi da B ad A.

(in altre parole, lo spostamento di un'oscillazione completa è zero, mentre la distanza è il diametro AB).
Essendo un tempo si misura in secondi o nei suoi multipli o sottomultipli.

Il periodo T del moto armonico semplice coincide con il periodo del moto circolare uniforme.

Si definisce frequenza del moto circolare uniforme il numero delle oscillazioni complete, da A a B e poi ancora ad A, compiute nell'unità di tempo.
Si misura in Hertz ed è l'inverso del periodo.

La frequenza del moto armonico semplice è la frequenza del moto circolare di cui è proiezione.

La pulsazione del moto armonico semplice

La pulsazione del moto armonico, o frequenza angolare, corrisponde alla velocità angolare del moto circolare uniforme, quindi esprime l'angolo descritto dal corpo in moto sulla circonferenza nell'unità di tempo.
Si misura in radianti/s.
Il nome differente deriva dal fatto che si tende a dimenticare lo stretto legame fra il moto circolare uniforme e quello armonico semplice

La velocità del moto armonico semplice.

La velocità armonica è la proiezione del vettore velocità tangenziale del moto circolare uniforme di cui è proiezione.
Si osserva, così, che ad archi uguali percorsi in tempi uguali non corrispondono segmenti uguali sul diametro. La velocità armonica non è uniforme, ma varia da un valore massimo positivo ad un valore massimo negativo. Il segno indica il verso di percorrenza del diametro.
La velocità armonica ha
sempre la stessa direzione, coincidente con il diametro
il verso che si inverte agli estremi del diametro, quindi ad intervalli di tempo regolari (ogni mezzo periodo)
il modulo varia da un valore massimo che corrisponde a $v_{armonica} = v_{tangenziale..}$ ad un valore nullo agli estremi del diametro.

L'accelerazione del moto armonico semplice

L'accelerazione armonica è la proiezione del vettore accelerazione centripeta del moto circolare uniforme di cui è proiezione.
L'accelerazione armonica ha
sempre la stessa direzione, coincidente con il diametro
il verso che si inverte agli estremi del diametro, quindi ad intervalli di tempo regolari (ogni mezzo periodo)
il modulo varia da un valore massimo che corrisponde a $a_{armonica} = a_{centripeta..}$
ad un valore nullo nel centro.
Nel moto armonico semplice, nel punto in cui la velocità è massima l'accelerazione è nulla e viceversa.
Nel moto armonico semplice, l'accelerazione e lo spostamento sono proporzionali fra loro. La costante di proporzionalità è ϖ^2.

L'equazione oraria del moto armonico semplice

Poiché il moto armonico è quello della proiezione P sul diametro del corpo che si muove di moto circolare uniforme, la legge oraria descrive la relazione fra lo spostamento sul diametro ed il tempo impiegato a compierlo.
Quando il corpo compie un giro completo della circonferenza, la sua proiezione si muove lungo il diametro e passa due volte per la stessa posizione.
Per descrivere questa situazione si usa una legge oraria di tipo sinusoidale

$$x (t) = A \cos (\varphi \; \omega \cdot t)$$

oppure

$$x(t) = A\ \mathrm{sen}\,(\varphi \overset{\omega \cdot t}{\quad})$$

dove l'ampiezza A indica il raggio della circonferenza

L'**angolo di fase** φ è l'argomento del seno (o del coseno) e deve essere *espresso in radianti*. L'angolo di fase *varia con il tempo*.

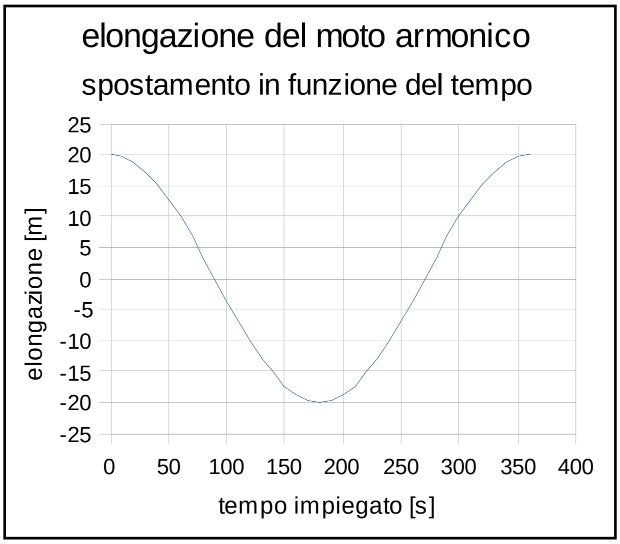
Si noti che anche la velocità e l'accelerazione armonica variano con legge sinusoidale

Tabella riassuntiva

MOTO CIRCOLARE UNIFORME	MOTO ARMONICO SEMPLICE
Raggio R	Elongazione $S_A = R \cdot \cos\theta$
	Elongazione massima $S_{max} = R$
Periodo T	Periodo T
Velocità tangenziale $V_{tangenziale} = \frac{2\pi R}{T}$ $V_{tangenziale} = \omega \cdot R$	Velocità armonica $V_{armonica} = V_{tangenziale} \cdot \sin\vartheta$ $V_{armonica} = \omega \cdot R \cdot \sin\vartheta$
	Velocità armonica massima $V_{armonica} = V_{tangenziale}$
Velocità angolare $\omega = \frac{2\pi}{T}$	Pulsazione $\omega = \frac{2\pi}{T}$
Accelerazione centripeta $a_{centripeta} = \frac{2\pi v}{T}$ $a_{centripeta} = \frac{v^2}{R}$	Accelerazione armonica $a_{armonica} = a_{centripeta} \cdot \cos\theta$ $a_{armonica} = \frac{2\pi v}{T} \cdot \cos\theta$ $a_{armonica} = \frac{v^2}{R} \cos\theta$
	Accelerazione armonica massima $a_{armonica} = a_{centripeta}$

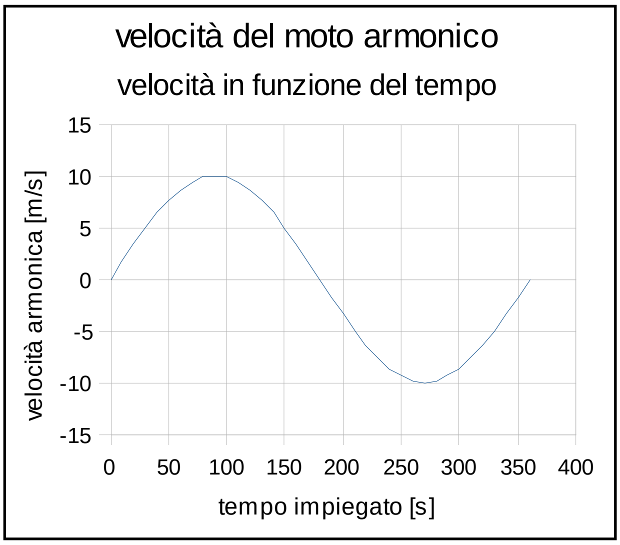
Da questa tabella puoi capire che non si può conoscere il moto armonico senza conoscere quello circolare uniforme.

Grafici del moto armonico



OSSERVA

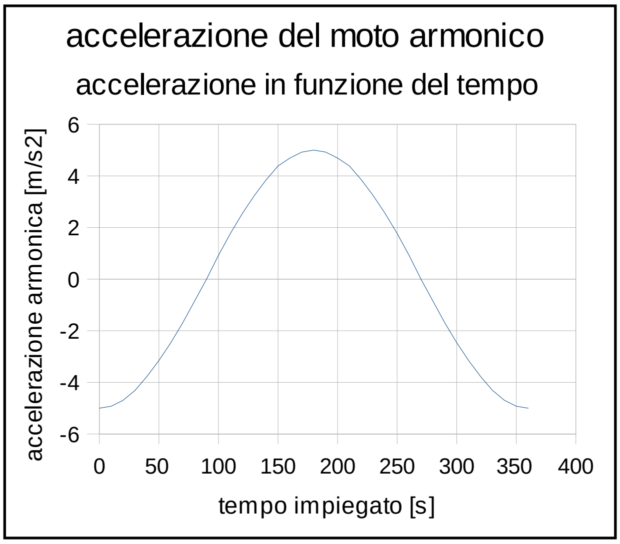
Ricorda che la traiettoria descritta da un corpo che si muove di moto armonico è rettilinea (il corpo si muove avanti ed indietro lungo un segmento, identificabile con il diametro della circonferenza).
Il grafico fa vedere che il corpo si muove su un diametro lungo 40 m, percorrendo 20 metri in un verso e 20 m nel verso opposto.
Il periodo è di 360 s.



OSSERVA

L'andamento grafico della velocità armonica ricorda quello dell'elongazione.
Tuttavia fa attenzione:

1. *all'istante iniziale t = 0 s, la velocità è nulla, mentre è l'elongazione è massima (20 m);*
2. *nell'istante in cui la velocità assume il valore massimo di 10 m/s,l'elongazione è nulla.*
3. *Inoltre è evidente che nei tratti in cui l'elongazione decresce, la velocità, invece cresce.*



OSSERVA

L'andamento dell'accelerazione armonica assomiglia più a quello dell'elongazione o della velocità?

A quello dell'elongazione; infatti all'istante iniziale t = 0 s, l'accelerazione non è nulla, anche se assume un valore negativo.
Ciò suggerisce che la relazione corretta fra elongazione e accelerazione armonica è

$$A_{\text{armonica}} = -\,\omega^2\, s_{\text{elongazione}}$$

Esempi di moto armonico semplice

1) **il pendolo isocrono**
un corpo di massa m sospeso ad un filo di lunghezza L è un buon esempio di pendolo semplice. Esso è in equilibrio quando il filo è mantenuto teso e verticale. Quando si allontana la massa dalla posizione di equilibrio, in assenza di attriti, essa inizia ad oscillare con moto armonico.
Si vede che il moto della massa non è la proiezione di un moto circolare uniforme, ma si tratta di un moto che si ripete nel tempo in modo periodico on velocità ed accelerazioni variabili.
Il periodo del pendolo è $T_{PENDOLO} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}}$
Non dipende dalla massa, ma solo dalla lunghezza e dalla gravità.
È un metodo per controllare g
2) **la molla**
un corpo di massa m appeso ad una molla di costante elastica k (valore tipico di ogni molla) inizialmente allungata, quando è lasciato libero di muoversi inizia ad oscillare di moto armonico, passando per la stessa posizione, con la stessa velocità ed accelerazione ad intervalli di tempo uguali.
Il periodo di oscillazione del corpo sospeso alla molla è $T_{MOLLA} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{k}{m}}$
Non dipende dalla lunghezza della molla, ma solo dalla massa appesa e dalla costante della molla
3) **la corda di una chitarra**
che vibra o una barca che rolla sulle onde sono buon esempi di moto armonico, ma smorzato, poiché a causa di forze esterne, il loro movimento non si ripete periodicamente senza mai fermarsi

Esercizi guidati

Ti stai muovendo su una circonferenza di raggio 20 cm con moto uniforme di periodo 0,6 s. La tua ombra si muove di moto armonico sul diametro. Calcolare:

1. **la pulsazione del moto armonico**
2. **l'elongazione massima**
3. **l'accelerazione massima**
4. **la velocità massima**
5. **l'accelerazione dopo 0,10 s.**

Dati.
$R = 0{,}20$ m
$T = 0{,}6$ s
$\omega = ?$
$s_{max} = ?$
$a_{max} = ?$
$v_{max} = ?$
$a = ?$ t =0,10 (t minuscolo, poichè non è il periodo)

Formule.
$S_A = R \cdot \cos\theta$

$S_{max} = R$

$$V_{armonica} = V_{tangenziale} \cdot \sin\vartheta$$

$$V_{max} = V_{tangenziale}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$a_{armonica} = a_{centripeta} \cdot \cos\theta$$

$$a_{max} = a_{centripeta}$$

Risoluzione.

$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{6{,}28}{0{,}6} =$.. = 10,5 rad/s

$S_{max} = R = 0{,}20$ m

$V_{max} = V_{tangenziale} = \frac{2\pi R}{T} =$ .... =2,09 m/s

$a_{max} = a_{centripeta} = \frac{v^2}{R} =$ .... = 21,8 m/s²

s

e percorre un giro completo in 0,6 s, dopo 0,1 s = 1/6 del periodo, la tua ombra ha percorso 1/6 del diametro, e tu 1/6 della circonferenza, ossia hai descritto un angolo di $60° = \frac{360°}{6}$.

Con la calcolatrice, utilizzando la funzione trigonometrica coseno, puoi calcolare cos60° = 0,5.

Sostituendo nella formula $a_{armonica} = a_{centripeta} \cdot \cos\theta =$ .... = 10,9 m/s

Sai rispondere ?

1. Definisci il moto armonico semplice
2. Che cosa è il periodo del moto armonico ?
3. Che cosa è la pulsazione?
4. Che relazione esiste fra velocità armonica e velocità tangenziale?
5. Che relazione esiste fra accelerazione armonica e accelerazione centripeta?
6. Spiega cosa è l'elongazione
7. Fai almeno due esempi di moti armonici semplici

HAI IMPARATO CHE …

I moti curvilinei hanno sempre un'accelerazione
Periodo e frequenza sostituiscono il tempo:

- periodo e frequenza non sono la stessa cosa
- che il moto armonico è legato al moto circolare uniforme
- il moto circolare uniforme e quello armonico sono moti periodici

La composizione dei moti

Questa sezione si propone di farti esaminare i moti che si ottengono combinando alcuni di quelli visti; inoltre fa vedere un'importante applicazione del concetto di vettore.
Si compone di una sola unità: i diversi capitoli descrivono cosa succede se tu fossi sottoposto moti differenti e nello stesso istante.
Particolarmente importante l'ultimo capitolo: il moto parabolico, tipico dei pallonetti, dei tiri liberi di basket o delle battute di volley

I MOTI COMPOSTI

PREREQUISITI
[Saper definire le proprietà di una grandezza vettoriale - Saper calcolare la risultante vettoriale dei vettori spostamento, velocità ed accelerazione – Conoscere il moto rettilineo uniforme – Conoscere il moto rettilineo uniformemente accelerato]

OBIETTIVI
[Saper enunciare il principio dei moti simultanei – Comprendere come applicare il principio dei moti simultanei – Saper descrivere il moto risultante da moti rettilinei uniformi - Saper descrivere il moto risultante da moti rettilinei uniformemente accelerati - Saper descrivere il moto parabolico]

Come comporre i moti

Questo capitolo ti presenta alcuni moti che osservi frequentemente.

Il principio di composizione dei moti

Galileo Galilei (1564; 1642) enunciò nel sedicesimo secolo il principio di indipendenza dei moti, che in italiano moderno si può riassumere così:

Se un corpo è soggetto contemporaneamente a diversi tipi di movimento,in ogni istante:

1. Il suo spostamento è uguale alla risultante vettoriale dei singoli spostamenti dovuti ai moti presenti
2. La sua velocità è uguale alla risultante vettoriale delle singole velocità dovute ai moti presenti
3. La sua accelerazione è uguale alla risultante vettoriale delle singole accelerazioni dovute ai moti presenti

In altre parole, per studiare il corpo soggetto simultaneamente a più moti basta applicare le formule dei diversi movimenti in successione, poiché il corpo si comporta come se fosse soggetto ai moti diversi in istanti diversi (e non contemporaneamente)

La composizione dei moti rettilinei uniformi

Immagina di essere su un treno che si muove sui binari in linea retta a velocità costante v_{treno}; contemporaneamente ti alzi dal tuo sedile e ti dirigi dal fondo del treno verso la sala comandi, in testa al treno, muovendoti in linea retta con velocità costante v_{uomo}.
Ebbene, anche se sei soggetto a due moti distinti simultanei, quello del treno ed il tuo, puoi pensare di ragionare come se prima il treno si muove e tu fossi fermo e successivamente il treno fosse fermo e tu in movimento.

Due moti rettilinei uniformi che agiscono simultaneamente danno origine ad un moto ancora rettilineo uniforme la cui velocità è la somma vettoriale delle singole velocità.

I due moti danno origine ad uno spostamento che è la somma vettoriale dei singoli spostamenti

Fa attenzione. I due moti rettilinei uniformi possono avere direzioni coincidenti, concorrenti o parallele; di conseguenza occorre applicare i metodi risolutivi della sezione 1 per individuare la direzione ed il verso del moto composto.
Formule vettoriali:

$$\mathbf{v}_{\text{risultante}} = \mathbf{v}_1 + \mathbf{v}_2$$

$$\mathbf{s}_{\text{risultante}} = \mathbf{s}_1 + \mathbf{s}_2$$

La composizione dei moti rettilinei uniformemente accelerati

Immagina di essere ancora su un treno che si muove sui binari in linea retta, però non più a velocità costante, ma accelerando in modo uniforme, con a_{treno}; contemporaneamente ti alzi dal tuo sedile e ti dirigi dal fondo del treno verso la sala comandi, in testa al treno, correndo in linea retta con accelerazione costante a_{uomo}.
Ebbene, anche se sei soggetto a due moti distinti simultanei, quello del treno ed il tuo, puoi pensare di ragionare come se prima il treno accelerasse e tu fossi fermo e successivamente il treno fosse fermo e tu in movimento.

Due moti rettilinei uniformemente accelerati che agiscono simultaneamente danno origine ad un moto ancora rettilineo uniformemente accelerato la cui accelerazione e la cui velocità sono la somma vettoriale delle singole accelerazioni e delle singole velocità. I due moti danno origine ad uno spostamento che è la somma vettoriale dei singoli spostamenti

Attenzione. I due moti rettilinei uniformemente accelerati possono avere direzioni coincidenti, concorrenti o parallele; di conseguenza occorre applicare i metodi risolutivi della sezione 1, per individuare la direzione ed il verso del moto composto.

Formule vettoriali:

$$\mathbf{a}_{\text{risultante}} = \mathbf{a}_1 + \mathbf{a}_2$$

$$\mathbf{v}_{\text{risultante}} = \mathbf{v}_1 + \mathbf{v}_2$$

$$\mathbf{s}_{\text{risultante}} = \mathbf{s}_1 + \mathbf{s}_2$$

Il moto parabolico

Un corpo si muove di moto parabolico:se descrive una traiettoria di forma parabolica e si ottiene come composizione di un moto rettilineo uniforme, lungo la direzione orizzontale x, e di un moto rettilineo naturalmente accelerato lungo la verticale y, dove agisce l'accelerazione di gravità g.

Quindi il moto rettilineo uniforme ed il moto rettilineo uniformante accelerato devono essere perpendicolari fra loro.

Considera il moto parabolico di un corpo che cade dall'altezza h.
Metti una moneta sopra il tavolo e dalle un colpo con le dita, in modo che cada dal banco di altezza h. Quando lascia il contatto con il banco di appoggio la moneta inizia a cadere. Nel momento in cui

inizia a cadere la moneta è dotata di un moto rettilineo uniforme lungo l'orizzontale e di un moto naturalmente accelerato con partenza da fermo lungo la verticale di caduta.
Le formule da utilizzare sono quelle che già conosci del moto rettilineo uniforme e del moto rettilineo uniformemente accelerato.

MOTO PARABOLICO

Moto orizzontale Lungo X	Moto verticale Lungo Y
È un moto rettilineo uniforme	È un moto rettilineo naturalmente accelerato
aX = 0	ay = g (sulla Terra 9,8m/s2)
Vx= velocità di lancio	vY,iniziale = 0 perché tu hai impresso alla moneta una velocità solo orizzontale sul tavolo
Vx non cambia mai	vy, dopo un tempo t di caduta = gt
X = vXt	Y=h = $\frac{gt^2}{2}$
Y = $\frac{gx^2}{2v^2}$	
Equazione della traiettoria (non equazione oraria)	

Come puoi notare, mentre è obbligatorio indicare se la velocità o lo spostamento sono verticali od orizzontali, questo non è necessario per il tempo. Il tempo è sempre uno solo ed è lo stesso sia nella direzione x che y.
La risoluzione degli esercizi tipici del moto parabolico richiedono solo di valutare se la richiesta riguarda lo spostamento verticale od orizzontale.

Esercizi guidati

Un aereo si muove di moto rettilineo ed uniforme nella direzione da ovest verso est con velocità (riferita al suolo) di 400 km/h. In un certo istante viene investito da un vento costante che spira nella direzione nord verso sud con velocità (riferita al suolo) di 90 km/h.
Calcolare:

1. **la velocità risultante che acquista l'aereo**
2. **lo spazio che percorre in 36 min**
3. **quanto spazio avrebbe percorso in questo tempo in assenza di vento.**

Dati.	v_{aereo} = 400 km/h =	111 m/s
	v_{vento} = 90 km/h =	25 m/s
	t = 36 min =	2160 s

si osservi che le due velocità sono perpendicolari.

Risoluzione.
Le velocità sono grandezze vettoriali, quindi seguono le regole dei vettori (non devi sommare e basta).
Essendo perpendicolari, il modulo della risultante si ottiene con la regola di Pitagora:

$$v_{risultante} = \sqrt{v_{aereo}^2 + v_{aereo}^2} = \sqrt{111^2 + 25^2} = 114 \text{ m/s}$$

Δs $_{\text{con vento}}$ = v $_{\text{risultante}}$ · t = ...= 246.240 m

Δs $_{\text{senza vento}}$ = v $_{\text{aereo}}$ · t = ...= 239760 m

Lanci una moneta sopra il tavolo. Giunta oltre il bordo inizia a cadere. Se la velocità orizzontale con cui lascia il tavolo è di 2 m/s ed il tavolo è alto 80 cm, calcolare:

1. **il tempo che impiega a toccare terra**
2. **la gittata, ossia a che distanza orizzontale tocca terra**
3. **con quale velocità tocca terra.**

Dati.
Si tratta, ovviamente, di un moto parabolico. Lungo l'orizzontale x, la moneta prosegue di moto rettilineo uniforme con velocità costante uguale a quella del lancio, mentre in verticale è un moto di caduta libera.

Moto orizzontale	Moto verticale
È un moto rettilineo uniforme	Caduta libera
aX = 0	aY = g = 9,8 m/s2
	vY,0 = 0
Vx= 2 m/s	perché tu hai impresso alla moneta una velocità solo orizzontale sul tavolo
Vx non cambia mai	Vy, dopo un tempo t di caduta = g · t y = 0,80 m
X = vX · t	y = h = $\frac{gt^2}{2}$
v finale = $\sqrt{v_x^2 + v_y^2}$	
t = ? x gittata = ? v finale = ?	

Risoluzione.

1. La ricerca del tempo di caduta è una richiesta "verticale", quindi conviene utilizzare le formule della caduta libera.
2. Il calcolo della gittata, invece, è una richiesta orizzontale, quindi bisogna utilizzare le formule del moto rettilineo uniforme.
3. Per calcolare la velocità di impatto, invece, bisogna ricordarsi la natura vettoriale della velocità: la velocità orizzontale costante va sommata settorialmente con quella finale della caduta libera, per cui, essendo verticali, si applicherà Pitagora.

$t_{\text{caduta}} = \sqrt{\frac{2y}{g}}$ = ...= 0,40 s

$x_{\text{gittata}} = v_x \cdot t$ = ... = 0,80 m

$v_y = g \cdot t$= ....= 3, 92 m/s

$v_{\text{finale}} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ = ...= 4,4 m/s

Sai rispondere ?

1.	Enuncia il principio di composizione dei moti di Galileo Galilei
2.	Che era Galileo? Ricordi qualcosa di lui?
3.	Qual è il moto risultante di due moti rettilinei uniformi?
4.	Qual è il moto risultante di due moti rettilinei uniformemente accelerati?
5.	Come si ottiene il moto parabolico?
6.	Secondo te, componendo due moti armonici perpendicolari cosa si ottiene?

HAI IMPARATO CHE …

- È possibile essere soggetti a più molti simultaneamente
- È importante operare secondo le regole vettoriali
- Il moto parabolico è sempre dovuto ad una composizione di due moti fra loro perpendicolari: uno rettilineo uniforme ed uno rettilineo naturalmente accelerato

La statica

La statica è considerata quella parte della fisica che studia il concetto di forza, senza tenere conto dei moti che può produrre.

In questa sezione conoscerai il concetto di forza ed esaminerai diversi tipi di forze, alcune delle quali a te già note, solo che vedrai la formula matematica e la loro importanza ed utilità.

L'unità 1, sottolinea come il linguaggio quotidiano non sempre coincida con quello rigoroso della fisica. Inoltre mette in evidenza somiglianze e differenze fra le forze fondamentali della natura e quelle con cui hai a che fare più sovente nella tua realtà quotidiana.

L'unità 2 ti farà conoscere il significato fisico di macchina semplice e soprattutto ti permetterà di capire come molte costruzioni che oggi dai per scontato siano state create.

LE INTERAZIONI FRA I CORPI

PREREQUISITI
[Saper definire le caratteristiche di una grandezza vettoriale – Saper operare con i vettori – saper distinguere le grandezze vettoriali dalle grandezze scalari]

OBIETTIVI
[Saper definire la grandezza fisica forza –Saper definire la grandezza fisica massa - Riconoscere una coppia di forze – Saper calcolare il momento di una forza – Saper distinguere fra forze fondamentali e non fondamentali – Saper elencare le 4 forze fondamentali – Saper indicare alcune forze non fondamentali]

La forza

Questo è uno dei capitoli più importanti, non solo del testo ma della fisica in generale. Perché è grazie alla forza se tu cammini e corri.

Il concetto di forza

La forza è una grandezza vettoriale e rappresenta:

1) La causa che provoca l'accelerazione di un corpo, ossia modifica lo stato di quiete o di moto di un corpo, poiché ne varia la velocità in direzione, o in verso, o in modulo o in tutte e tre le caratteristiche
2) La causa che provoca la deformazione di un corpo. L deformazione può essere permanente, se al cessare della forza il corpo non torna nelle sue condizioni iniziali o momentanea, se torna come era prima dell'azione della forza.

Ogni forza si misura in Newton ed occorre definire sempre la direzione, il verso, il modulo ed il punto di applicazione.
Per quanto riguarda il modulo, esistono formule differenti per forze differenti.

Unità di misura della forza.

L'unità di misura della forza, nel Sistema Internazionale è il Newton, in onore del'astronomo inglese Isaac Newton (1642;1727); il simbolo è N.
Una forza di 1 N, imprime ad un corpo di massa 1 kg, un'accelerazione costante di 1 m/s^2

Classificazione delle forze.

È possibile distinguere forze a contatto (come l'attrito o la forza impressa da uno schiaffo) e forze a distanza (interazione magnetica fra calamite).
Inoltre , gli scienziati, distinguono fra le quattro forze fondamentali presenti in natura e tutte le altre.
È importante però aver già presente un concetto fondamentale: le forze esistono sempre e solo a coppie, anche quando, nella realtà, non sembra vero.

Coppia di forze.

Si chiama coppia di forze il sistema costituto da due forze

1. parallele
2. discordi, ma
3. di uguale modulo
4. poste alla distanza b, detta braccio della coppia
5. che agiscono contemporaneamente su un corpo rigido.
6. la loro risultante vettoriale è un vettore forza di modulo nullo

L'azione di una coppia di forze non è una forza, ma una rotazione del corpo attorno ad una retta perpendicolare al segmento che unisce i punti di applicazione delle due forze.

Momento di una coppia

Si chiama momento di una coppia di forze il prodotto fra il modulo della forza FA = FB e la lunghezza del braccio b della coppia.

$$M = F_A \cdot b = F_B . b$$

Il momento è responsabile della rotazione del corpo.

La sua unità di misura è, ovviamente, Newton · metro, cioè, in simboli N · m

Momento di una forza singola

Si chiama momento di una forza F_A applicata nel punto A di un corpo rigido, rispetto ad un punto O del corpo stesso il prodotto fra il modulo della forza F e la distanza OA, detta braccio.

$$M = F_A \cdot b$$

Il momento è responsabile della rotazione del corpo.

se la rotazione è antioraria, si assegna al momento il segno +; se è oraria, invece, il segno -

La sua unità di misura è, come prima, Newton · metro, cioè, in simboli N · m

Le forze in equilibrio

Due o più forze sono in equilibrio quando la loro risultante ha modulo nullo, ossia sommandole con le regole viste nella sezione 1 si ottiene un punto.
NON devi mai dire che su un corpo non agiscono forze (la forza peso e le forze di attrito, per quanto piccole, sono sempre presenti); è corretto, invece, dire che la risultante di tutte le forze agenti sul corpo è nulla, poiché si equilibrano a vicenda.

Date due o più forze non in equilibrio, la cui risultante è R, si chiama equilibrante F_E la forza opposta alla risultante, ossia che ha: direzione, modulo e punto di applicazione coincidenti con quelli della risultante, ma verso opposto.

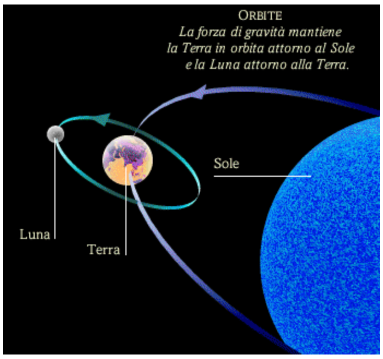
Le forze fondamentali

Questo capitolo ti farà conoscere quelle che la scienza considera le forze fondamentali della natura, responsabili del moto dei pianeti attorno al solo e degli elettroni intorno al nucleo.

La forza di interazione gravitazionale.

È responsabile sia della rotazione dei pianeti attorno al sole o dei satelliti attorno ai pianeti che dell'attrazione che ci tiene coi piedi per terra ed è sempre presente.
Infatti due corpi si attraggono sempre, qualunque sia la loro distanza, con una forza il cui modulo è direttamente proporzionale alle masse m_1 ed m_2 dei due corpi ed inversamente proporzionale al quadrato della loro distanza

$$F_G = G\,\frac{m_1 m_2}{d^2}$$



la costante di proporzionalità G è la costante universale e vale, circa $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\,\frac{Nm^2}{kg^2}$
La direzione coincide con la retta che congiunge i centri dei corpi che interagiscono ed il verso è sempre attrattivo.
Delle 4 forze fondamentali è la più debole, ma è sempre presente e ha un ampio raggio di azione.

$$F_{Terra\text{ - }sole} = G\,\frac{M_{Terra} \cdot M_{Sole}}{d^2} = F_{sole\text{-}Terra}$$

La forza di interazione elettrica.

È responsabile sia dei fenomeni elettrici che magnetici e tiene legati gli elettroni intorno al nucleo ed è sempre presente fra corpi dotati di carica elettrica
Infatti due corpi elettricamente carichi interagiscono sempre, qualunque sia la loro distanza, con una forza il cui modulo è direttamente proporzionale alle cariche q_1 ed q_2 dei due corpi ed inversamente proporzionale al quadrato della loro distanza

$$F_{elettrica} = k_o\,\frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$$

la costante di proporzionalità K_o è la costante di Coulomb e nel vuoto vale, circa

$$k_o = 9{,}0 \cdot 10^9\,\frac{Nm^2}{C^2}$$

La direzione coincide con la retta che congiunge i centri dei corpi che interagiscono ed il verso dipende dal segno della carica ed è attrattivo se sono di segno opposto, repulsivo se hanno lo stesso segno.

Confronto tra la forza di interazione gravitazionale e la forza di interazione elettrica.

1. La forza di interazione elettrica è molto più intensa della forza gravitazionale, ma è presente solo se i corpi sono carichi. Due neutroni, che hanno massa, ma non carica, si attirano grazie alla forza F_G, ma non hanno Fe;
2. La forza gravitazionale è sempre attrattiva, quella elettrica può essere repulsiva.
3. Il modulo della fora gravitazionale non dipende dal materiale in cui si trovano le masse (la forza gravitazionale con cui si attirano due masse m1 ed m2 è la stessa nello spazio, nell'atmosfera, in fondo al mare o in ima all'Everest); al contrario due cariche si attirano o si respingono on una forza che dipende dal mezzo in cui si trovano (interazione di modulo maggiore è nel vuoto e diminuisce nei materiali)
4. Entrambe le forze dipendono dall'inverso della distanza fra le cariche

La forza nucleare debole.

È responsabile di alcuni decadimenti radioattivi e della combustione di alcune stelle, compreso il Sole. In particolare è la forza che agisce all'interno del nucleo causandone la radioattività.

La forza di interazione forte

È responsabile di fissione nucleare fusione nucleare emissione di energia dalle stelle. In particolare è la forza che agisce all'interno del nucleo tenendo insieme i protoni e gli elettroni.

La forza Peso

In questo capitolo potrai osservare importanti caratteristiche del peso. Tutti i corpi hanno un peso. Ed il peso non è la massa che misuri con la bilancia.

Massa e Peso.

La massa non è il peso! Fisicamente parlando sono due concetti differenti.
La **massa** di un corpo è

1. Una grandezza fisica fondamentale , la cui unità di misura, nel Sistema Internazionale è il kilogrammo, il cui simbolo è kg
2. È una grandezza scalare
3. È una caratteristica intrinseca del corpo
4. È un indice della quantità di materia di un corpo
   Prova a dare una spinta al tuo libro di testo ed osserva dove si ferma; ora cerca di applicare una spinta di uguale modulo a due libri di testo uno sopra l'atro; dovresti osservare che si ferma prima, ossia che ha acquistato una minore accelerazione; quindi la massa è indicativa del volume del corpo e della quantità di materia in esso contenuta
5. È un indice dell'inerzia di un corpo
   È più facile dare una spinta ad un oggetto già in moto che metterne in moto uno; questo perché ogni corpo è dotato di inerzia, ossia la tendenza naturale a non

cambiare il proprio stato di quiete o di moto. Anche tu fai fatica ad alzarti dal letto, perché il tuo corpo e la tua mente si sono adattati alla quiete del sonno.

Il **peso** di un corpo è
1. Una grandezza fisica derivata, la cui unità di misura, nel Sistema Internazionale è il Newton, il cui simbolo è N
2. È una grandezza vettoriale
   - la cui direzione è la verticale che congiunge il centro del corpo con il centro della Terra (o Sole,o qualunque altro pianeta in cui ti trovi)
   - il cui verso è sempre rivolto al centro della Terra
   - il cui modulo è direttamente proporzionale alla massa del corpo.

$$F_P = m \cdot g$$

La costante di proporzionalità **g** è l'accelerazione di gravità tipica del pianeta. Sulla Terra il suo modulo è assunto, mediamente uguale a 9,81 m/s^2.

Quindi rappresenta la forza con cui il corpo è attratto dalla Terra.

Se fai un viaggio su Giove, la tua massa non cambia, ma il tuo peso si, perché tu non cambi massa (ok, magari dimagrisci od ingrassi durante il viaggio, supponi di essere in stasi), ma l'accelerazione di gravità di Giove è maggiore di quella terrestre. Tabella delle g

L'accelerazione di gravità g

L'accelerazione di gravità è una grandezza fisica derivata vettoriale con:

1. direzione la retta che unisce il centro del corpo con il centro della Terra (qualunque altro pianeta)
2. verso è sempre orientato al centro della Terra
3. modulo varia da pianeta a pineta e dipende dalla massa del corpo in esame, dalla massa del pianeta e dal raggio del pianeta.

PIANETA	ACCELERAZIONE DI GRAVITA' [m/s^2]	QUAL E' IL TUO PESO?
Mercurio	3,58	
Venere	8,87	
Terra	9,81	
Marte	3,74	
Giove	26,01	
Saturno	11,17	
Urano	10,49	
Nettuno	13,25	

Plutone (non è più un pianeta)	0,73
Sole (è una stella)	273,6
Luna (è un satellite)	1,62

Il peso, l' attrazione gravitazionale e l'accelerazione di gravità

Come si è visto, la forza peso indica la forza di attrazione esercitata dalla Terra (o pianeta) su qualunque corpo proporzionalmente al suo peso; l'accelerazione di gravità è la costante di proporzionalità diretta.

Ma la forza di attrazione gravitazionale è una delle quattro forze fondamentali della natura; sostituendo le opportune masse e l'opportuna distanza si ottiene

$$F_{Terra-Corpo} = G\,\frac{M_{Terra} \cdot m_{corpo}}{R^2}$$

dove

$M_{Terra} = 6{,}0 \cdot 10^9$ kg
$R_{Terra} = 6{,}0 \cdot 10^6$ m

Per definizione di forza Peso si $P_{corpo} = m_{corpo} \cdot g$

Confrontando le due formule, si osserva che il modulo dell'accelerazione di gravità g è

$$g = G\,\frac{M_{Terra}}{R^2}$$

e sostituendo i valori precedenti si ottiene 9,81 m/s².

Poiché la Terra non è una sfera perfetta, ma è schiacciata ai poli, dove sarà l'accelerazione di gravità minore? (poiché R = distanza corpo-Terra è minore ai poli, la g sarò maggiore)

Le forze del quotidiano

Questo capitolo vuole farti conoscere l'espressione matematica di forze a te già note.

La forza elastica

La forza di richiamo elastica è presente nei corpi con proprietà elastiche che per compressione o allungamento vengono allontanate dalla posizione di equilibrio (riposo del corpo elastico).
Questa forza ha sempre verso opposto a quello in cui avviene la deformazione ed il suo modulo è direttamente proporzionale all'allungamento subito (negativo, in aso di compressione), secondo la legge di Hooke:

$$F_{elastica} = -K\,\Delta l$$

1. Il segno meno indica che tende ad opporsi a qualunque variazione
2. K è la costante elastica del materiale o rigidità; corrisponde alla forza esercitata per unità di lunghezza. La sua unità di misura è N/m.
3. $\Delta l = l_{finale} - l_{iniziale}$ è l'allungamento o la compressione
4. Graficamente si ottiene una forz passante per l'origine

La forza d'attrito.

La forza d'attrito si esercita sempre fra due corpi a contatto ed in moto relativo ed ha sempre verso contrario a quello del moto.
Pur essendo la causa di fenomeni sgraditi come la perdita di energia nelle macchine, essa è utilissima poiché ci permette di camminare, di andare in moto o in auto, di spostare gli oggetti ....).
Il suo modulo dipende dal tipo di attrito interessato: attrito radente od attrito volvente.

Attrito radente.
La forza di attrito radente si manifesta ogni volta che due corpi solidi strisciano l'uno sull'altro; essa è distribuita su tutti i punti di contatto delle due superfici ed ha la stessa direzione in cui avviene il moto, ma verso opposto.
Il modulo è
1. direttamente proporzionale alla forza premente (su un piano orizzontale coincide con il corpo appoggiato che si muove); la costante di proporzionalità è il coefficiente di attrito
2. dipende dalla natura chimica dei solidi (materiale di cui sono fatti)
3. non dipende da quanto è estesa la superficie di contatto

$$F_{Attrito,\ radente} = K_{radente} \cdot F_{premente}$$

Al momento in cui inizia il movimento $K_{radente}$ assume un valore maggiore d quello presente durante il moto. Per questo motivo, spesso si distingue fra coefficiente di attrito radente statico e dinamico.

La forza d'attrito volvente

La forza di attrito volvente è la forza che si oppone al rotolamento di un solido sopra un altro solido.
La direzione è la stessa del moto, mentre il verso è opposto.
Il modulo è
1. direttamente proporzionale alla forza premente
2. Inversamente proporzionale al raggio del corpo che rotola (raggio della sfera, se è una palla)
3. dipende dalla natura chimica dei solidi (materiale di cui sono fatti)
4. non dipende da quanto è estesa la superficie di contatto

$$F_{\text{Attrito, volvente}} = \frac{K_{\text{volvente}} \cdot F_{\text{premente}}}{R}$$

Il coefficiente di attrito volvente è sempre molto minore di quello radente.
In fondo è più semplice rotolare giù da una collina che strisciarci sopra!

La forza centripeta

La forza centripeta è la forza esercitata da un vincolo affinché un corpo in moto circolare non si allontani dalla sua traiettoria circolare.
Cosa succederebbe se venisse a mancare la forza centripeta del vincolo? Il corpo procederebbe di moto rettilineo uniforme.
Essa ha la stessa direzione e lo stesso verso dell'accelerazione centripeta /sul raggio verso il centro di rotazione). Il modulo è direttamente proporzionale all'accelerazione centripeta ed alla massa del corpo in rotazione.

$$F_{\text{centripeta}} = m_{\text{corpo}} \cdot a_{\text{centripeta}}$$

Sai rispondere ?

1. Definisci il concetto di forza
2. Elenca le caratteristiche del vettore forza
3. Elenca e descrivi le forze fondamentali
4. Che cosa è l'attrito radente?
5. Quando si incontra l'attrito volvente?
6. Che cosa dice la legge di Hooke?
7. Che cosa è una coppia di forze?
8. Qual è l'unità di misura del momento?
9. Quanto pesi? E se fossi su Giove?
10. Cosa sai dire della relazione fra forza peso e forza di attrazione gravitazionale.

LE MACCHINE SEMPLICI

PREREQUISITI
[Saper definire le caratteristiche di una grandezza vettoriale – Saper operare con i vettori – saper distinguere le grandezze vettoriali dalle grandezze scalari – Conoscere la grandezza fisica forza – Conoscere il significato di forze in equilibrio]

OBIETTIVI
[Saper descrivere una leva - Saper distinguere i tre tipi di leve – Saper descrivere una carrucola – saper distinguere fra carrucola fissa e carrucola mobile – Saper descrivere il piano inclinato – Saper calcolare il guadagno di una macchina semplice]

La leva

In questo capitolo, classificando le leve, potrai osservare come tu non solo ne sia circondato, ma anche le abbia in te.

Gli elementi di una leva: fulcro, braccio motore, braccio resistente

La leva è una macchina semplice schematizzata da un'asta rigida capace di ruotare intorno ad un punto fisso detto fulcro. Alla leva sono applicate de forze: la forza motrice F_m (o potenza) applicata per vincere o equilibrare la forza resistente Fr (o resistenza).
Quindi il braccio motore b_m è la distanza fra il fulcro ed il punto di applicazione di F_m; il braccio resistente b_r è la distanza fra il fulcro ed il punto di applicazione di Fr.

Condizione di equilibrio di una leva

Una leva è in equilibrio se vale la seguente relazione che lega le forze applicate ai rispettivi bracci:

$$F_r \cdot b_r = F_m \cdot b_m$$

Oppure, se preferisci le proporzioni

$$F_r : F_m = \cdot b_m : b_r$$

La prima relazioni dice che:
1. forza applicata e corrispondente braccio sono inversamente proporzionali, poiché il prodotto deve rimanere costante
2. i momenti delle forze applicate devono essere uguali.

Il guadagno di una leva

Si definisce guadagno di una leva il rapporto

$$G = \frac{F_{resistente}}{F_{motrice}} \qquad \text{oppure} \qquad G = \frac{b_{motore}}{b_{resistente}}$$

In base al valore che assume il guadagno G le leve sono classificate come:

leva vantaggiosa quando G>1, ossia la F_m applicata dell'uomo è <u>minore</u> della forza resistente che deve vincere. In una leva vantaggiosa il braccio motore è maggiore di quello resistente.

leva svantaggiosa quando $G < 1$, ossia la F_m applicata dell'uomo è maggiore della forza resistente che deve vincere. In una leva svantaggiosa il braccio motore è minore di quello resistente. Questa leva è utile perché, pur applicando una forza maggiore, si hanno altre utilità
Se $G = 1$, ossia $F_{\cancel{m}} = F_r$ si parla di leva indifferente. Anche i due bracci sono uguali.

La leva di primo genere

La leva di primo genere si chiama anche **interfissa** perché il fulcro si trova tra la forza motrice e la forza resistente.
Essa può essere

1. vantaggiosa se il braccio motore è maggiore di quello resistente, ossia il fulcro è spostato più vicino alla forza resistente.
2. svantaggiosa se il braccio resistente è maggiore di quello resistente, ossia il fulcro è spostato più vicino alla forza motrice.
3. indifferente se il fulcro è esattamente a metà dell'asta rigida.

Esempi di leve di primo genere: tenaglie, forbici, bilancia a bracci, *stadera*

La leva di secondo genere

La leva di secondo genere si chiama anche interesistente perché la forza resistente si trova tra il fulcro e la forza motrice.
Poiché $b_r < b_m$ e $f_r > f_m$, il guadagno è sempre maggiore di 1 e quindi è <u>sempre vantaggiosa</u>

Esempi di leve di secondo genere: schiaccianoci, carriola

La leva di terzo genere

La leva di terzo genere si chiama anche **interpotente** perché la forza motrice (o potenza) si trova tra il fulcro e la forza resistente
Poiché $b_r > b_m$ e $f_r < f_m$, il guadagno è sempre minore di 1 e quindi è <u>sempre svantaggiosa</u>

Esempi di leve di terzo genere:pinzette, braccio umano.

Le bioleve

Nel corpo umano si hanno esempi di leve di tutti i generi.

Leva di primo genere.
Il peso della testa è la forza resistente, equilibrata dai muscoli della nuca, che esercitano la forza motrice; il fulcro è l'articolazione interna dell'occipito - atalntoidea (figura)

Leva di secondo genere
Il peso del corpo rappresenta la forza resistente, equilibrata dai muscoli della gamba; il fulcro è l'articolazione del metatarso a contatto con il suolo.

Leve di terzo genere.
Sono, ahimè, molto più numerose: il corpo umano è, in generale, una macchina svantaggiosa.
Il peso dell'avambraccio ed il peso dell'oggetto sollevato rappresentano la forza resistente, equilibrata dal muscolo bicipite; il fulcro è dato dall'articolazione del gomito.

La carrucola

Questo capitolo ti spiega il funzionamento di una famosa macchina semplice, ora poco usata.

Cosa è la carrucola

La carrucola è una macchina semplice costituita da un disco girevole attorno ad un asse e fissato o ad un sostegno detto staffa o a peso da sollevare. All'interno del disco girevole scorre una fune flessibile, inestensibile e di peso trascurabile.

La carrucola fissa

Nella carrucola fissa la staffa è fissata , tramite un gancio, ad un sostegno rigido (ad esempio il soffitto); agli estremi della fune sono applicate la forza resistente e la forza motrice.
Questa carrucola è assimilabile ad una leva di primo genere indifferente, poiché il braccio motore ed il braccio resistente sono entrambi uguali al raggio del disco girevole.
Se $b_m = b_r$ allora $F_r = F_m$
Essa è utile poiché permette di cambiare la direzione della Fm nel modo più conveniente all'uomo. Ad esempio permette di sollevare un peso esercitando una fora verso il basso.

La carrucola mobile

Nella carrucola mobile un'estremità della fune è fissa al sostegno rigido e funziona da fulcro; all'altro capo della corda è applicata la forza motrice, mentre la forza resistente è applicata al centro del disco, cioè nella staffa.
Questa carrucola è assimilabile ad una leva di secondo genere, il cui guadagno è sempre uguale a 2. Infatti il braccio motore, ossia il diametro del disco, è sempre il doppio di quello resistente, cioè il raggio.

Il paranco

Il paranco è una macchina semplice costituita da un certo numero N di carrucole mobili intercalate dallo stesso numero N di carrucole mobili.
Si dimostra che questa combinazione di carrucole costituisce una macchina vantaggiosa, il cui guadagno cresce al crescere del numero di carrucole.

$$F_m = \frac{F_{resistente}}{2}$$

$$G = 2$$

Il piano inclinato

Questo capitolo spiega perché uno scivolo od una salita sono macchine semplici vantaggiose. Molti storici spiegano che la costruzione delle piramidi ha richiesto l'uso di piani inclinati.

Cosa è il piano inclinato

Il piano inclinato è una macchina semplice, **sempre vantaggiosa**, formata da un piano rigido di lunghezza l, che forma con il piano orizzontale un angolo alfa, così da avere un dislivello h.
La forza resistente è costituita dal corpo appoggiato e sopra e che si vuole tenere in equilibrio o spostare sulla sommità.

1) Disegna un piano inclinato, cioè un triangolo rettangolo di ipotenusa L
2) Disegna una sfera a metà del piano inclinato
3) Disegna il vettore forza peso che ha punto di applicazione il centro della sfera
4) Scomponi la forza peso in due componenti, una parallela alla lunghezza L del piano inclinato ed una perpendicolare
5) $Fp_{\text{parallelo}}$ è la forza resistente; $Fp_{\text{perpendicolare}}$ è, invece bilanciato dalla reazione del piano
6) La forza motrice, responsabile del rotolamento della sfera è, allora, esattamente uguale alla $Fp_{\text{parallelo}}$
7) Confrontando il triangolo rettangolo di ipotenusa L (piano inclinato) con il triangolino di ipotenusa Fp (scomposizione della fora peso), si ha

$$L : h = Fp : Fp_{\text{parallelo}}$$

Poiché $Fp_{\text{parallelo}} = F_{\text{motrice}}$

$$L : h = Fp : F_{\text{motrice}}$$

così

$$F_{\text{motrice}} = \frac{Fp \cdot h}{L}$$

8) Poiché in un triangolo rettangolo l'ipotenusa L è sempre maggiore dei singoli cateti si ha che $h<L$, il che comporta che $F\ \cancel{m} < Fp$.
Poiché il peso della sfera è la forza resistente, questo significa che il pianp inclinato è vantaggioso.

9) Applicando la definizione di guadagno si ottiene che $G = \frac{L}{h}$, sempre maggiore di 1, per quanto detto sui triangoli rettangoli.

Esercizi guidati

Sollevi una cassa la cui massa 200 g. Calcola il suo peso sulla Terra.

Dati. $m = 200\ g = 0{,}200\ kg$
$g_{terra} = 9{,}81\ m/s^2$
$F_{peso} = ?$

Formula. $F_{peso} = m \cdot g$

Risoluzione.

$F_{peso} = m \cdot g = 0{,}200 \cdot 9{,}81$ 0 $1{,}962\ N$

Prova a calcolare il tuo peso sui diversi pianeti del sistema solare, utilizzando la g della tabella.

La carta di identità dei protoni recita: massa = $1{,}6 \cdot 10^{-27}$ kg e carica elettrica $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C (Coulomb, unità di misura della carica elettrica). Sapendo che due protoni si trovano ad una distanza di $5{,}0 \cdot 10^{-11}$ m, calcolare

1. **La forza di interazione gravitazionale. È attrattiva o repulsiva?**
2. **La forza di interazione elettrica. È attrattiva o repulsiva?**

Dati. $m_{protone\ 1} = m_{protone\ 2} = 1{,}6 \cdot 10^{-27}\ kg$
$q_{protone\ 1} = q_{protone\ 2} = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\ C$
$d_{1\text{-}2} = 5{,}0 \cdot 10^{-11}\ m$
$F_{gravitazionale} = ?$
$F_{elettrica} = ?$

Formule. $F_{gravitazionale} = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}$ dove $G = 6{,}67\ 10^{-11}\ \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$
$F_{elettrica} = k_o \cdot \frac{q1 \cdot q2}{d^2}$ dove $k_o = 9{,}0\ 10^9\ \frac{N \cdot m^2}{C^2} =$

Risoluzione.
$F_{gravitazionale} = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}$ = ...= $6{,}8\ 10^{-42}$ N

La forza gravitazionale fra due masse è sempre e solo attrattiva
$F_{elettrica} = k_o \cdot \frac{q1 \cdot q2}{d^2}$ = ...=$9{,}2\ 10^{-6}$ N

La forza di interazione elettrica fra due particelle che hanno carica dello stesso segno è repulsiva: i protoni si respingono.

Prova tu.
Come cambiano i moduli delle due forze, gravitazionale ed elettrica, sempre con una distanza $d_{1\text{-}2} = 5{,}0 \cdot 10^{-11}$ m

1. **se interagiscono due elettroni (hanno la stessa carica del protone, ma negativa e massa di $9{,}1 \cdot 10^{-31}$ kg)**
2. **se interagiscono un protone ed un elettrone**

Su di un piano inclinato, la cui base è 4/3 dell'altezza si trova un corpo che pesa 294 N.

1. **Calcolare la massa del corpo**
2. **La forza motrice**

3. Il guadagno del piano inclinato

Dati.

$F_{peso} = 294$ N
$b = \frac{4}{3}h$
$m = ?$
$F_{motrice} = ?$
$G = ?$

Formule.

$F_{peso} = m \cdot g$ quindi $m = \frac{F_{peso}}{g}$
$F_{motrice} = F_{peso} \frac{h}{L}$
$G = \frac{L}{h}$
$L = \sqrt{h^2 + b^2}$ (il piano inclinato è un triangolo)

Risoluzione.

$m = \frac{F_{peso}}{g} =$ ……………………….= 30 kg
$L = \sqrt{h^2 + b^2}$ = ……………………….= $\frac{5}{3}$h
$F_{motrice} = F_{peso} \frac{h}{L} =$ ……………………….= 176,4 N
$G = \frac{L}{h} =$ ……………………….= 1,7 (adimensionale)

Sai rispondere ?

1. Che cosa è una macchina semplice?
2. Spiega cosa è il guadagno di una macchina semplice
3. Descrivi una leva di primo genere
4. Descrivi una leva di secondo genere
5. La leva di terzo genere è vantaggiosa? Perché
6. Fai un esempio per ogni tipo di leva
7. Descrivi la carrucola
8. Che differenza c’è fra una carrucola fissa ed una mobile
9. Che cosa sono le bioleve?
10. Come calcoli il guadagno di un piano inclinato?

HAI IMPARATO CHE …

- La massa ed il peso sono fisicamente differenti
- La forza è responsabile della deformazione dei corpi
- La forza è responsabile del moto dei corpi
- Esistono 4 forze fondamentali
- Le forze che "incontri" non sono fondamentali
- Senza attrito non potresti muoverti
- Le macchine semplici sono utili strumenti per non faticare
- Le leve sono di tre tipi
- il corpo umano è formato da leve
- che già gli egiziani conoscevano i vantaggi legati al piano inclinato e alle carrucole

La dinamica

La dinamica è considerata quella parte della fisica che mette in relazione i moti con le forze. È importante, quindi, avere un'idea di quanto esaminato nelle sezioni 3 e 43, oltre che dell'importanza del concetto di vettore.

Questa sezione si compone di una sola unità.
I primi tre capitoli sono dedicati ai tre principi della dinamica, che rappresentano le basi su cui fonda la fisica classica, ossia quella che stai leggendo tu.
Il capitolo 4 è importante, poiché ti fa capire come una grandezza fisica, come la forza, possa essere espressa tramite formule matematiche differenti. Proprio questa caratteristica è sfruttata nella risoluzione dei problemi.

I TRE PRINCIPI DELLA FISICA

PREREQUISITI
[Saper operare con le grandezze vettoriali – Conoscere la grandezza fisica forza - Conoscere la grandezza fisica massa- Conoscere la grandezza fisica accelerazione – Saper distinguere gli stati di quiete e di moto di un corpo – Saper costruire tabelle di dati – Saper costruire grafici nel piano cartesiano]

OBIETTIVI
[Saper enunciare il primo principio della dinamica - Saper enunciare il secondo principio della dinamica - Saper enunciare il terzo principio della dinamica –Comprendere la relazione causa – effetto- Saper ragionare con le forze già note]

Il principio fondamentale della dinamica

Il secondo principio della dinamica è detto principio fondamentale della dinamica o seconda legge di Newton. Perché iniziare dal secondo? Perché è da esso che si ricavano il primo ed il terzo.

Definizione

Se su un corpo di massa m agiscono forze non equilibrate, di risultate R, allora il corpo subisce un'accelerazione che ha la stessa direzione e lo stesso verso della forza risultante applicata e modulo direttamente proporzionale alla forza ed inversamente proporzionale alla massa.

Relazione matematica del secondo principio della dinamica

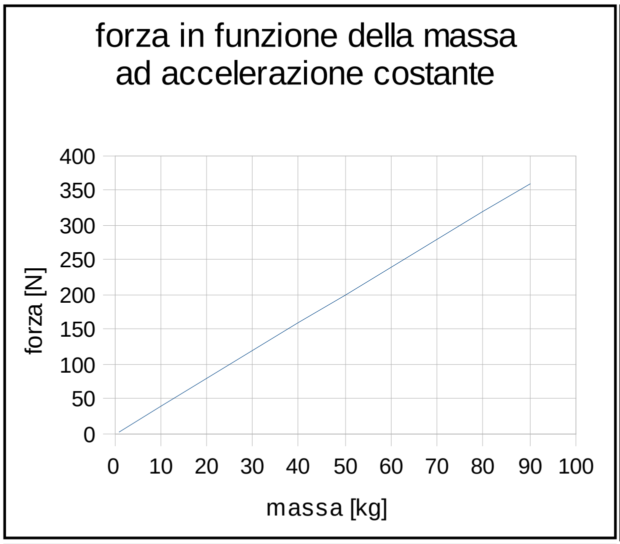
$$\mathbf{a} = \frac{Risultante\ delle\ forze\ applicate}{massa_{corpo}}$$

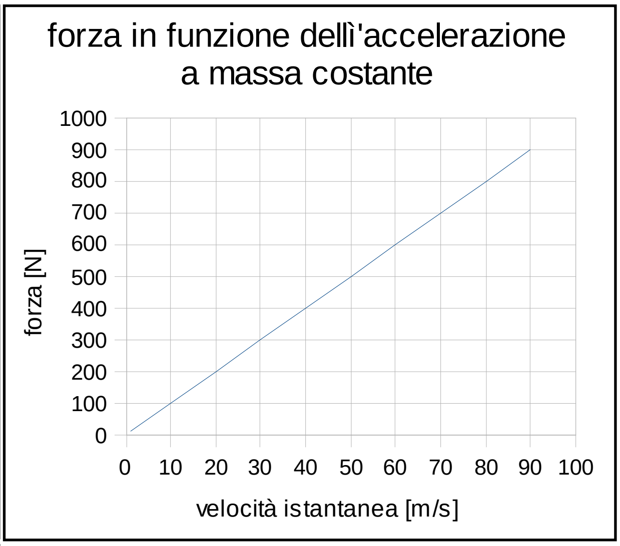
O più semplicemente

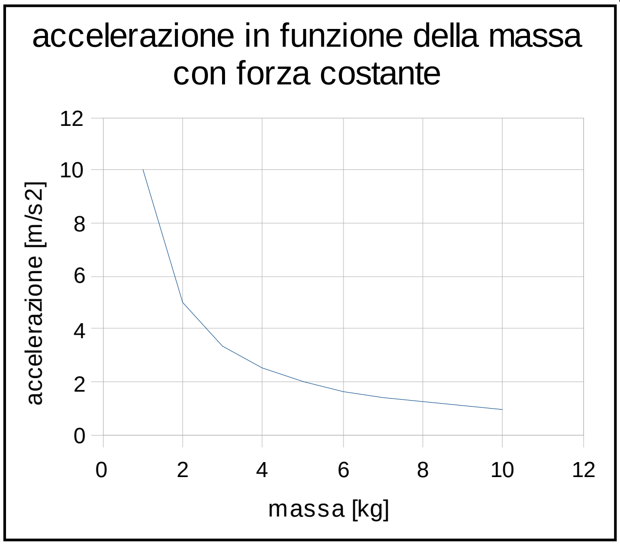
$$R = m \cdot a$$

Ricordando la definizione della grandezza fisica accelerazione, si osserva che la presenza di forze non equilibrate è la causa di una variazione della velocità.

Rappresentazione grafica del secondo principio della dinamica







PROVA TU

A commentare e descrivere i tre grafici, sottolineando il tipo di proporzionalità che lega le grandezze fisiche presenti sugli assi

Il primo principio della dinamica

Il primo principio della dinamica, detto anche principio di inerzia o prima legge del moto di Newton, nasce da osservazioni sperimentali e trova conferma dalla legge fondamentale della dinamica.

Definizione

Se su un corpo di massa m la risultante delle forze applicate è nulla, allora il corpo non varia la propria velocità e mantiene il suo stato di quiete (se è fermo, cioè $v=0$) o di moto rettilineo uniforme (cioè $v_1=v_2$, così $\Delta v= 0$).

Relazione matematica

Analiticamente, il primo principio della dinamica dice che

Se	$\mathbf{R} = 0$
Allora anche	$\mathbf{a} = 0$
E per definizione di accelerazione	$\Delta v = 0$
E quindi	$\mathbf{v}$ = costante

La velocità di un corpo non soggetto a forze è un VETTORE costante in direzione, in verso ed in modulo; può anche avere valore nullo (corpo fermo)

Il terzo principio della dinamica

Il terzo principio della dinamica è detto principio di azione **e** reazione (e non azione o reazione) o terza legge di Newton.

Definizione

Ad ogni azione corrisponde sempre una reazione uguale e contraria: uguale in modulo e direzione e contraria in verso.

In altre parole se un corpo A esercita una forza sul corpo B, allora, simultaneamente, anche B esercita una forza su A di uguale modulo e direzione ma verso opposto.

Relazione matematica

Analiticamente, il terzo principio della dinamica dice che:

$$\mathbf{F}_{\text{esercitata da A su B}} = -\,\mathbf{F}_{\text{esercitata da B su A}}$$

È un principio intuitivo, evidenziato da molte situazioni quotidiane.
Infatti tu riesci a comminare solo perché tra strada e scarpe si crea attrito; questo attrito fa nascere una reazione del terreno nella direzione in cui ti muovi; se mancasse l'attrito e la sua reazione camminare sarebbe ..... impossibile.

Principio	causa	effetto
Primo	Risultante delle forze nulla	Il corpo è fermo oppure Il corpo è in moto rettilineo uniforme
Secondo	Risultante delle forze non nulla	Il corpo subisce un'accelrazione
Terzo	Due forze	Le forze esistono in coppia

Non dimenticare che ….

Il principio fondamentale della dinamica pone qualunque forza (o risultante di forze) uguale al prodotto della massa per l'accelerazione; in presenza di una forza c'è sempre un'accelerazione.
Non devi però dimenticare le formule delle forze viste fino ad ora.

Il principio fondamentale e la forza gravitazionale.

Dal punto di vista analitico si ha che, la forza gravitazionale, per definizione è:

$$F_G = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

Ma per il secondo principio della dinamica, qualunque forza è uguale al prodotto della massa per l'accelerazione. Ma quale delle due masse?
Beh, quella in esame, o separatamente entrambe.

$$F_G = m_1 \cdot a$$
$$F_G = m_2 \cdot a$$

Ed uguagliando i secondi membri,

$$m_1 \cdot a_1 = G \frac{m_1 m_2}{d^2} \qquad \text{e} \qquad m_2 \cdot a_2 = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

Il principio fondamentale e la forza elettrica

Dal punto di vista analitico si ha che, la forza gravitazionale, per definizione è:

$$F_{elettrica} = k_o \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$$

Ma per il secondo principio della dinamica, qualunque forza è uguale al prodotto della massa per l'accelerazione. Ma quale delle due masse? E dove sono le masse nella forza elettrica?
Ogni carica è dotata di massa, solo non contribuisce all'interazine elettrica. Quindi, se la carica q_1 ha massa m_1 e la carica q_2 ha massa m_2:

$$F_E = m_1 \cdot a$$
$$F_E = m_2 \cdot a$$

Ed uguagliando i secondi membri,

$$m_1 \cdot a_1 = k_0 \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2} \qquad \text{e} \qquad m_2 \cdot a_2 = k_0 \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$$

Il principio fondamentale e la elastica

Dal punto di vista analitico si ha che, la forza elastica, per definizione è:

$$F_{elastica} = -K \Delta l$$

Ma per il secondo principio della dinamica, qualunque forza è uguale al prodotto della massa per l'accelerazione. Ma quale massa?Ovviamente la massa, che sospesa al corpo elastico ne provoca l'oscillazione:

$$F_{elastica} = m \cdot a$$

Ed uguagliando i secondi membri,

$$m \cdot a = -K\,\Delta l$$

Il principio fondamentale e la forza d'attrito

Dal punto di vista analitico si ha che, la forza di attrito radente e volvente, per definizione è:

$$F_{Attrito,\ radente} = K_{radente} \cdot F_{premente}$$

$$F_{Attrito,\ volvente} = \frac{K\,volvente \cdot F\,premente}{R}$$

Ma per il secondo principio della dinamica, qualunque forza è uguale al prodotto della massa per l'accelerazione. Ma quale massa? Ovviamente la massa del corpo in moto.

$$F_{attrito} = m \cdot a$$

Ed uguagliando i secondi membri,

$$m \cdot a = K_{radente} \cdot F_{premente}$$

$$m \cdot a = \frac{K\,volvente \cdot F\,premente}{R}$$

Si noti che le formule ottenute uguagliando al principio fondamentale della dinamica ai moduli specifici delle diverse forze sono molto importanti nella risoluzione della maggior parte degli esercizi di dinamica.

Esercizi guidati

Calcola quale forza devi esercitare per accelerare di 2 m/s² un corpo di 3 kg.

Dati. $a = 2\ m/s^2$
$m = 3\ kg$

F = ?

Formule. $F = m \cdot a$ da cui $m = \frac{F}{a}$ ed $a = \frac{F}{m}$

Risoluzione

F = m · a =.............................. = 6 N

Se con una spinta di 10 N, causi un'accelerazione di 2 m/s^2, quanto pesa il corpo?

Dati. $F = 10\ N$
$a = 2\ m/s^2$
$g = 9{,}81\ m/s^2$
$F_{peso} = ?$

Formule. $F = m \cdot a$ da cui $m = \frac{F}{a}$ ed $a = \frac{F}{m}$
$F_{peso} = m \cdot g$

Risoluzione .

$m = \frac{F}{a} =$ .... $=$ 5 kg

$F_{peso} = m \cdot g =$ .... $=$ 49,05 N

Con quale accelerazione si muove un corpo di 200 g, spinto da una forza costante di 20 N?

Dati. $F = 20\ N$
$m = 200\ g = 0{,}200\ kg$
$a = ?$

Formule. $F = m \cdot a$ da cui $m = \frac{F}{a}$ ed $a = \frac{F}{m}$

Risoluzione .

$a = \frac{F}{m} =$ .... $=$ 100 m/s^2

Sai rispondere?

1.	Enuncia il principio fondamentale della dinamica
2.	Enuncia il principio di inerzia
3.	Enuncia il principio di azione e reazione.
4.	È corretto dire che la forza elastica è anche uguale a ma?
5.	Qual è l'unità di misura della forza?

HAI IMPARATO CHE ...

- Il principio di inerzia giustifica quando un corpo è fermo od in moto a velocità vettoriale costante
- Il principio fondamentale spiega sotto quali condizioni un corpo accelera
- Il principio di azione e reazione afferma che le forze esistono sempre in coppia, anche quando non sembra possibile

Energia, lavoro, potenza

In questa sezione potrai comprendere come, di nuovo, il linguaggio quotidiano è differente da quanto rigorosamente sostenuto dalla fisica.
Studiare seduto alla scrivania per un'ora è sicuramente faticoso, ma è uno sforzo e non un lavoro. Anche l'insegnante che ti parla seduto alla cattedra non fa lavoro! Se invece ti parla passeggiando per l'aula è un buon lavoratore!

Le prime tre unità sono dedicate ad approfondire sotto tutti i possibili punti di vista (definizione, formule, grafici) il concetto di energia, esaminando quelle tipiche dei problemi di moto.

L'unità 4, invece ti spiega il significato, fisicamente corretto, di lavoro. E soprattutto ti fa vedere un'importante relazione fra lavoro ed energia.

L'ENERGIA CINETICA

PREREQUISITI

[Saper definire le grandezze scalari – Conoscere la grandezza fisica velocità - Conoscere la grandezza fisica massa - Conoscere la grandezza fisica spostamento - Conoscere la grandezza fisica velocità angolare - Saper distinguere la proporzionalità diretta, la proporzionalità inversa, la proporzionalità quadratica – Saper costruire tabelle di dati – Saper costruire grafici nel piano cartesiano]

OBIETTIVI

[Saper distinguere i tipi di energia cinetica – Conoscere la formula dell'energia cinetica di traslazione e di rotazione – Conoscere l'unità di misura -Saper costruire e leggere grafici energia - velocità]

L'energia cinetica di traslazione

Quando cammini tu possiedi energia cinetica, ossia l'energia di movimento.

Definizione.

L'energia cinetica di traslazione di un corpo di massa m, in moto con velocità v, è una grandezza scalare il cui modulo è direttamente proporzionale alla massa e al quadrato della velocità.

Formula.

$$E_{\text{cinetica}} = \frac{massa \cdot velocità^2}{2}$$

$$E_{\text{cinetica}} = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

Un corpo fermo, quindi, non ha energia cinetica.
Un corpo in accelerazione aumenta, nel tempo la sua accelerazione.
Un corpo in decelerazione diminuisce la sua energia cinetica.
L'energia cinetica può avere sempre e solo valori positivi (mai negativi), poiché sia la massa che la velocità al quadrato sono grandezze positive

Unità di misura.

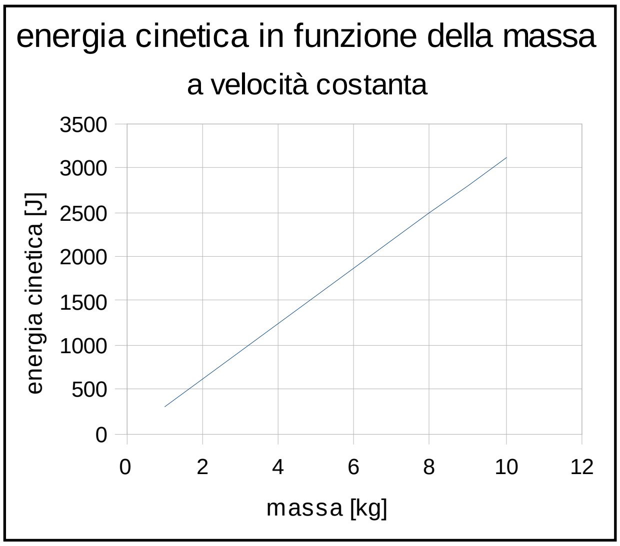
L'unità di misura dell'energia cinetica, nel Sistema Internazionale è il Joule, simbolo J.
Il Joule corrisponde a kilogrammo per metro quadrato fratto secondo quadro
Attenzione:
Un corpo di massa 1 kg, in moto alla velocità di 1 m/s non ha l'energia di 1 J:

$$E_{\text{cinetica}} = \frac{1\,kg \cdot 1\frac{m^2}{s^2}}{2} = 0{,}5\ J$$

Grafici

Energia cinetica di corpi di massa diversa, tutti in moto a 25 m/s

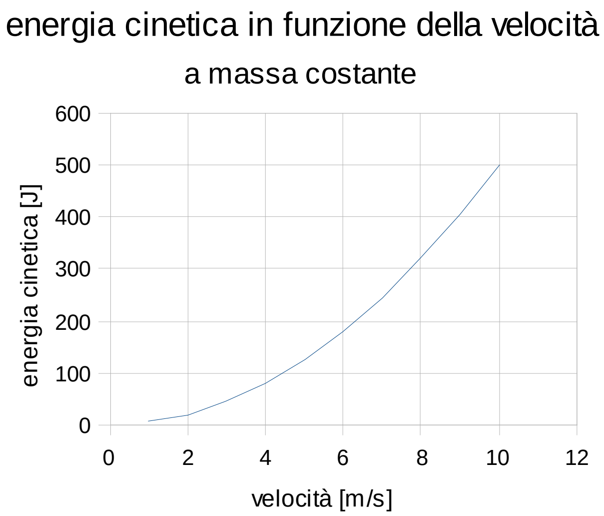
massa	**[kg]**	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
energia cinetica	**J[]**	312,5	625	937,5	1250	1562,5	1875	2187,5	2500	2812,5	3125

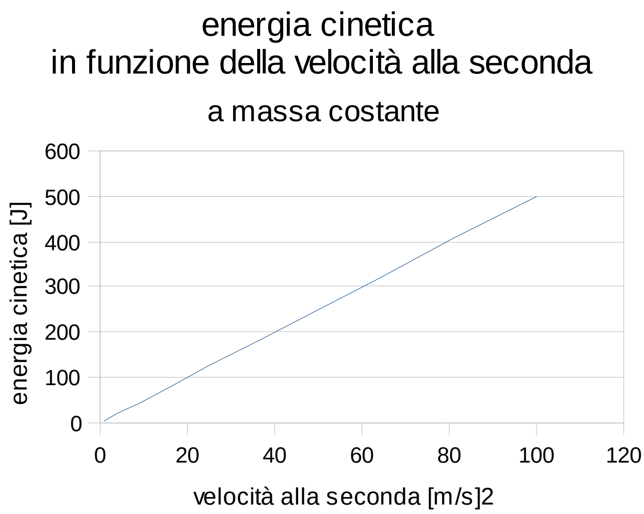


Energia cinetica–velocità

velocità istantanea	**[m/s]**	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
energia cinetica	**J[]**	5	20	45	80	125	180	245	320	405	500

velocità alla seconda	**[mS]2**	1	4	9	16	25	36	49	64	81	100
energia cinetica	**[J]**	5	20	45	80	125	180	245	320	405	500





Ricorda.
Ogni volta che una grandezza fisica compare al quadrato sono possibili due diversi grafici.

L'energia cinetica di rotazione

Questo capitolo fa vedere, velocemente, che anche il moto di rotazione produce energia cinetica: è sufficiente la sola presenza della velocità angolare.

Definizione

L'energia cinetica di un corpo di massa m, in moto con velocità angolare ω, è una grandezza scalare il cui modulo è direttamente proporzionale momento di inerzia e al quadrato della velocità angolare

Il momento di inerzia I è una grandezza scalare che esprime l'attitudine di un corpo a ruotare; il suo modulo dipende dalla forma del corpo e dall'asse attorno cui ruota. (tabella)

Formula

$$E_{\text{cinetica di rotazione}} = \frac{I \cdot \text{velocità angolare}^2}{2}$$

$$E_{\text{cinetica}} = \frac{I \cdot \omega^2}{2}$$

Un corpo che non ruota, quindi, non ha energia cinetica di rotazione.
Un corpo che trasla, ma non ruota, non ha energia cinetica di rotazione.
L'energia cinetica può avere sempre e solo valori positivi (mai negativi), poiché sia il momento di inerzia che la velocità angolare al quadrato sono grandezze positive.

Unità di misura.

L'unità di misura dell'energia cinetica di rotazione è ovviamente il Joule, simbolo J.
In questo paragrafo non è il caso di aggiungere altro.

L'ENERGIA POTENZIALE

PREREQUISITI

[Saper definire le grandezze scalari – Conoscere la grandezza fisica velocità - Conoscere la grandezza fisica massa - Conoscere la grandezza fisica altezza - Conoscere la grandezza fisica accelerazione di gravità - Saper distinguere la proporzionalità diretta, la proporzionalità inversa, la proporzionalità quadratica – Saper costruire tabelle di dati – Saper costruire grafici nel piano cartesiano]

OBIETTIVI

[Saper distinguere i tipi di energia potenziale – Conoscere la formula dell'energia potenziale gravitazionale e elastica– Conoscere l'unità di misura - Saper costruire e leggere grafici energia - altezza]

L'energia potenziale gravitazionale

Se ti trovi in cima ad un grattacielo, tu hai immagazzinato energia in virtù della tua posizione. Questa energia si chiama energia potenziale. Se cadi e precipiti sulla strada la tua energia diminuisce. Può essere vero il contrario? Si. Vediamo perché.

Definizione

Una volta fissato il livello di riferimento, detto h_o, si chiama energia potenziale gravitazionale di un corpo di massa m e peso $F_P = m \cdot g$ che si trova alla quota h_I, rispetto al livello di partenza, la grandezza scalare il cui modulo è direttamente proporzionale al peso del corpo e alla quota cui si trova.

Formula

$$E_{\text{potenziale gravitazionale}} = \text{Forza peso} \cdot \text{quota rispetto } h_o$$

$$E_{\text{potenziale gravitazionale}} = F_P \cdot (h_I - h_o)$$

$$E_{\text{potenziale gravitazionale}} = m \cdot g \cdot (h_I - h_o)$$

Al contrario dell'energia cinetica (di traslazione e di rotazione), l'energia potenziale può assumere anche valori negativi.
A che piano ti trovi? Supponiamo al secondo. Hai energia potenziale gravitazionale?
Tu hai energia potenziale positiva rispetto al primo piano, poiché hai una quota maggiore. Se prendi come riferimento il piano terra, la tua energia potenziale gravitazionale è ancora maggiore, poiché cresce il dislivello.
Invece hai energia potenziale gravitazionale negativa, se misuri la tua quota rispetto il terzo piano od addirittura il tetto.
Puoi avere energia potenziale gravitazionale nulla? Certo che si, se il tuo livello di riferimento è proprio il ..... secondo piano.

Inoltre l' energia potenziale gravitazionale cambia se ti trasferisci con tutto l'edificio della scuola sulla Luna. Perché? Perché cambia l'accelerazione di gravità.

Unità di misura

L'unità di misura dell'energia potenziale gravitazionale, nel Sistema Internazionale è , ovviamente, il Joule, simbolo J.
Il Joule corrisponde, in questo caso a Newton per metro; ricordando la definizione di Newton si ritorna a kilogrammo per metro quadrato fratto secondo quadro
Attenzione:
Un corpo di massa 1 kg, in che ha un dislivello di riferimento di 1 m non ha energia potenziale di 1 J:

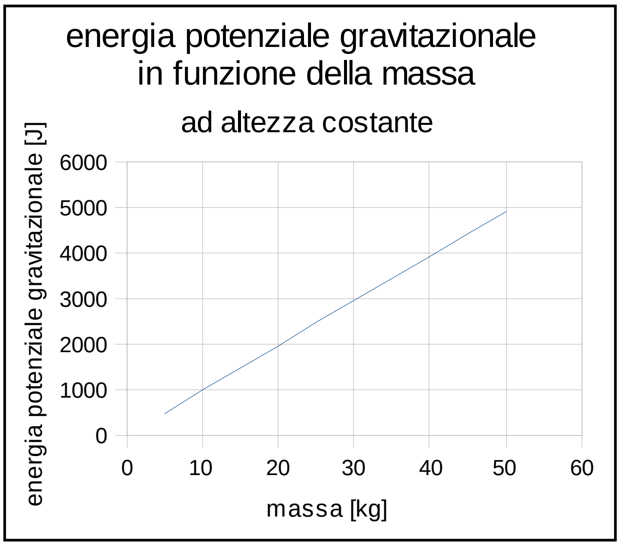
$$E_{\text{potenziale gravitazionale}} = 1\ \text{kg} \cdot 9{,}81\ \frac{m}{s^2} \cdot 1\ \text{m} = 9{,}81\ \text{J}$$

sulla Terra

Grafici

Tutti i corpi si trovano alla stessa altezza: 10 m, rispetto il livello di riferimento h_0

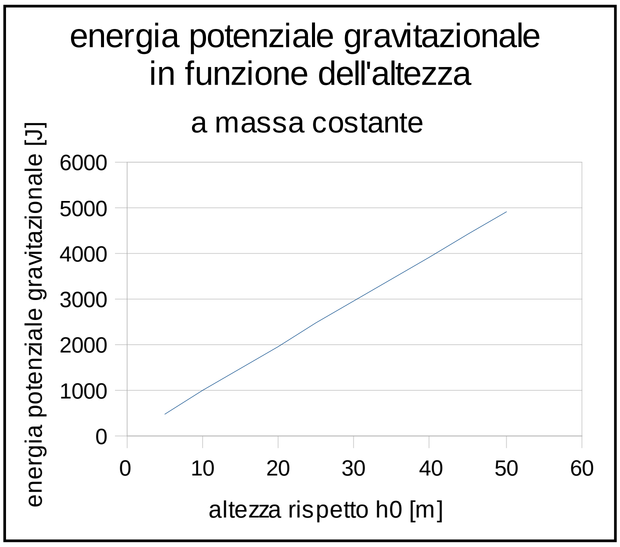
massa	**[kg]**	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
energia potenziale	**[J]**	490,5	981	1471,5	1962	2452,5	2943	3433,5	3924	4414,5	4905



Energia –altezza.

Un corpo di massa m = 10 kg, viene sollevato a diverse altezze.

altezza	**[m]**	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
energia potenziale	**[J]**	490,5	981	1471,5	1962	2452,5	2943	3433,5	3924	4414,5	4905



L'energia potenziale elastica

Questo capitolo ti spiega che se ti offri come volontario per essere lanciato come una freccia da un arco abbastanza grande, allora possiedi energia potenziale elastica. Essa è potenziale, poiché anche se non vieni lanciato hai comunque energia.

Definizione

Un corpo con proprietà elastiche (indicate dalla costante di rigidità K, vista già nella legge di Hooke) che subisce una variazione di lunghezza (allungamento o compressione) ΔL ha energia potenziale elastica, il cui modulo è direttamente proporzionale al quadrato della variazione di lunghezza.

Formula

$$E_{\text{potenziale elastica}} = \frac{K \cdot (\Delta L)^2}{2}$$

Essa è sempre una quantità positiva, poichè il quadrato è sempre positivo.
Un corpo elastico che non viene deformato non ha energia potenziale elastica.

Unità di misura

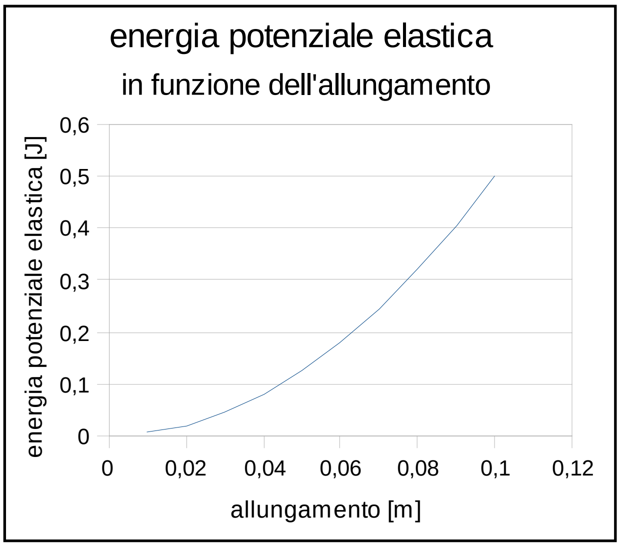
L'unità di misura dell'energia potenziale elastica è, come per tutte le energie, il Joule, simbolo J.
L'allungamento o la compressione di 1 m non da l'energia i 1 J

Grafici

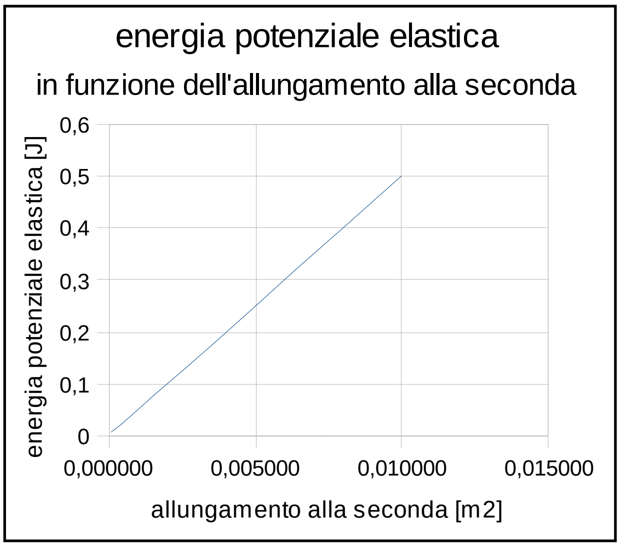
La molla che viene allungata ha costante elastica di 100 N/m.
Gli allungamenti sono dell'ordine del centimetro.

allungamento	**[m]**	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1
energia elastica	**[J]**	0,01	0,02	0,05	0,08	0,13	0,18	0,25	0,32	0,41	0,5

allungamento alla seconda	**[m2]**	0,0001	0,0004	0,0009	0,0016	0,0025	0,0036	0,0049	0,0064	0,0081	0,0100
energia elastica	**[J]**	0,01	0,02	0,05	0,08	0,13	0,18	0,25	0,32	0,41	0,5



Perché sono possibili due grafici?



L'ENERGIA MECCANICA

PREREQUISITI
[Saper definire le grandezze scalari –- Conoscere la grandezza Energia cinetica - Conoscere la grandezza fisica Energia potenziale - Saper distinguere la proporzionalità diretta, la proporzionalità inversa, la proporzionalità quadratica – Saper costruire tabelle di dati – Saper costruire grafici nel piano cartesiano]

OBIETTIVI
[Conoscere il concetto di energia meccanica totale - Conoscere l'unità di misura]

Energia meccanica

In questo capitolo si "radunano" le energie viste fino d ora; esse non sono che espressione dell'energia meccanica.

Definizione.

L'energia cinetica (di traslazione e di rotazione) e l'energia potenziale (gravitazionale ed elastica) sono energie meccaniche.
Un corpo che si muove ad una quota h rispetto il livello di riferimento ha un'energia meccanica totale uguale alla somma dell'energia cinetica e dell'energia potenziale.

Formula

$$E_{\text{meccanica}} = E_{\text{cinetica di traslazione}}$$

$$E_{\text{meccanica}} = E_{\text{cinetica di rotazione}}$$

$$E_{\text{meccanica}} = E_{\text{potenziale gravitazionale}}$$

$$E_{\text{meccanica}} = E_{\text{potenziale elastica}}$$

La formula completa dell'energia meccanica totale è la somma di tutti i possibili contributi energetici:

$$E_{\text{meccanica totale}} = E_{\text{cinetica di traslazione}} + E_{\text{cinetica rotazione}} + E_{\text{potenziale gravitazionale}} + E_{\text{potenziale elastica}}$$

In questo caso, devi pensare ad un corpo elastico che rotola e trasla sul tetto!
Nelle situazioni più diffuse, in genere si considerano solo $E_{\text{cinetica di traslazione}} + E_{\text{potenziale gravitazionale}}$

Unità di misura.

È sufficiente osservare che l'unità di misura è, ovviamente, il Joule, simbolo J.

IL LAVORO

PREREQUISITI
[Saper definire le grandezze scalari –Conoscere la grandezza Energia cinetica - Conoscere la grandezza fisica Energia potenziale – Conoscere la grandezza fisica energia meccanica Saper distinguere la proporzionalità diretta, la proporzionalità inversa, la proporzionalità quadratica – Saper costruire tabelle di dati – Saper costruire grafici nel piano cartesiano]

OBIETTIVI
[Conoscere il concetto di lavoro – Saper distinguere tra lavoro motore e lavoro resistente –saper calcolare il lavoro di alcune forze – Conoscere il concetto di potenza – Saper applicare il principio dell'energia cinetica]

Cosa è il lavoro

Questo capitolo spiega che a fare lavoro non è mai una persona, ma la forza applicata. E solo se la forza applicata sposta il suo punto di applicazione.

Definizione

Si dice che una forza di modulo F compie un lavoro L su un oggetto di massa m quando mette in movimento il corpo stesso, cioè provoca uno spostamento o nella sua stessa direzione o in una direzione obliqua. Il lavoro compiuto dalla forza dipende:

a. dal modulo della forza
b. dallo spostamento ottenuto
c. dall'angolo formato dalla direzione della forza con quella dello spostamento

Tuttavia è bene già introdurre una seconda ed importante definizione di lavoro, che sarà approfondita nel capitolo successivo: <u>il lavoro è sempre una variazione di energia.</u>

Lavoro di una forza costante parallela allo spostamento

Se la forza **F** applicata ad un corpo ne provoca lo spostamento Δs, lungo la sua stessa direzione allora il lavoro compiuto dalla forza è direttamente proporzionale sia al modulo della forza che allo spostamento.

$$L = F \cdot \Delta s$$

Lavoro di una forza costante non parallela allo spostamento

Se la forza **F** applicata ad un corpo ne provoca lo spostamento Δs, lungo una direzione differente dalla sua, così che il vettore F ed il vettore Δs formano un angolo α, allora solo una parte della forza F applicata compie lavoro.
Solo la componente della forza nella direzione dello spostamento, cioè $F_{parallela}$ compie lavoro.
E per quanto detto nel paragrafo precedente, la componente parallela della forza fa un lavoro:

$$L = F_{parallela} \cdot \Delta s$$

Invece, la componente della forza nella direzione dello perpendicolare allo spostamento, cioè $F_{perpendicolare}$ non compie mai lavoro, poiché non contribuisce a spostare il corpo

Formula generale

Tenendo conto dell'angolo α che si forma fra la direzione del vettore Forza applicata e la direzione dello spostamento ottenuto, la formula del lavoro è:

$$L = F \cdot \Delta s \cdot \cos\alpha$$

Dove $\cos\alpha$ è una funzione trigonometrica, calcolabile con la calcolatrice scientifica.

È sufficiente sapere che $\cos\alpha$ è un valore positivo quando α è un angolo acuto, mentre assume valori negativi se α è ottuso

Unità di misura

L'unità di misura del lavoro, nel Sistema Internazionale è il Joule, simbolo J, esattamente come le energie viste. Si ha il lavoro di 1 J quando la forza di 1 N provoca uno spostamento di 1 m nella sua stessa direzione.

$$1\ J = 1\ N \cdot 1\ m$$

Lavoro motore

Una forza F compie lavoro motore, o positivo:

1. quando lo spostamento avviene nello stesso verso della forza applicata
2. quando l'angolo α è acuto

La forza motrice di un motore d'auto che accelera compie un lavoro motore.

Lavoro resistente

Una forza F compie lavoro resistente, o negativo:

1. quando lo spostamento avviene nel verso opposto a quello della forza applicata
2. quando l'angolo α è ottuso

In un'auto che decelera il motore compie un lavoro resistente poichè "si oppone" allo spostamento dell'auto.

Lavoro nullo

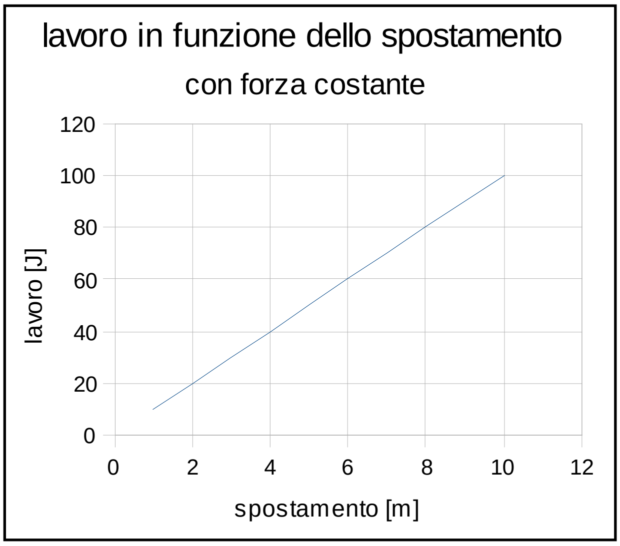
Una forza F non compie lavoro

a. quando lo agisce perpendicolarmente allo spostamento osservato
b. quando l'angolo α è retto, cioè 90°
c. quando pur agendo sul corpo, non riesce a spostarlo.

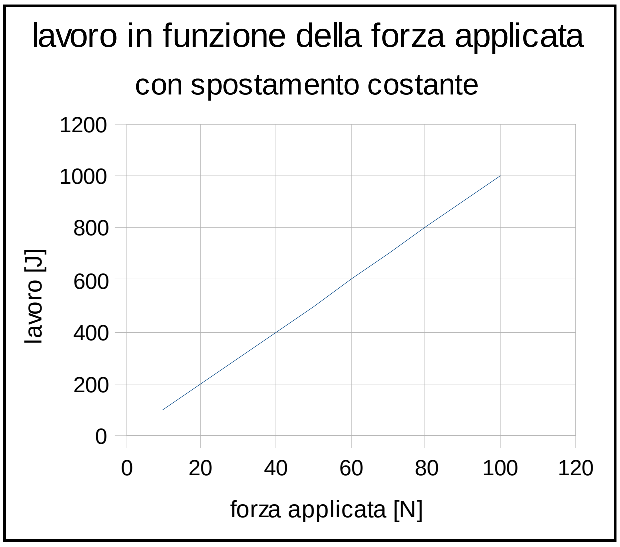
Grafici

Come varia il lavoro di una forza costante di 10 N quando sposta un oggetto di 10 m?

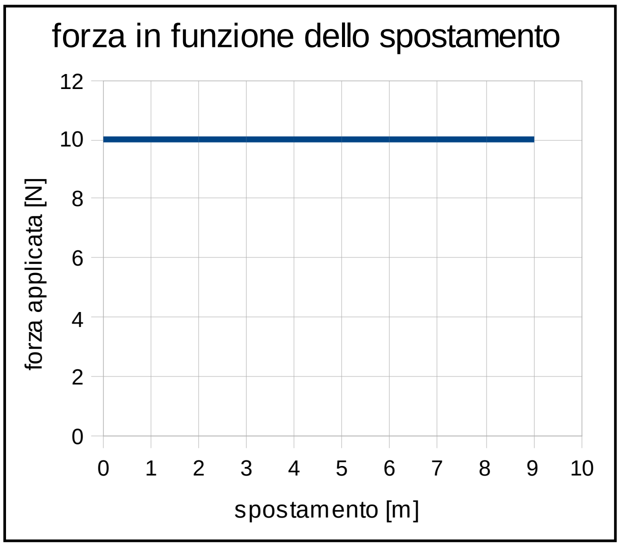
spostamento	**[m]**	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
lavoro	**[J]**	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100



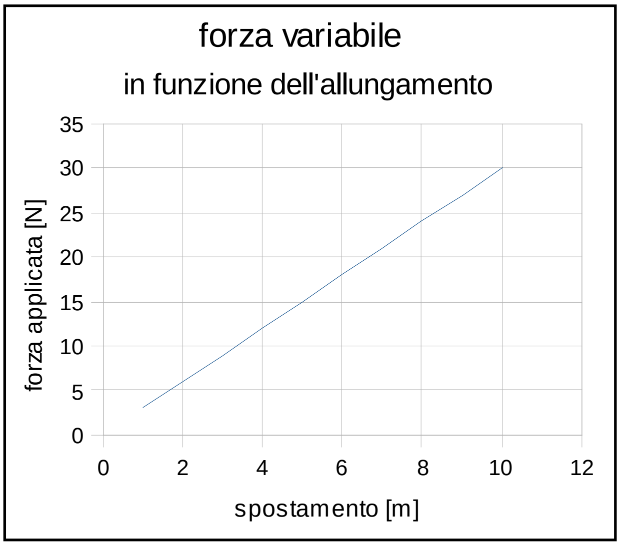
forza applicata	**[N]**	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
lavoro	**[J]**	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000



forza applicata	**[N]**	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
spostamento	**[m]**	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9



forza applicata	**[N]**	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
spostamento	**[m]**	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10



Cosa rappresenta l'area del grafico forza – spostamento? Rappresenta il lavoro.
Come nel "metodo delle aree" per il calcolo dello spazio dal grafico velocità – tempo, così questo grafico è molto utile per il calcolo del lavoro. Infatti, nella realtà, le forza non sono quasi mai costanti, anzi. E che dire delle forze impulsive.

La potenza

La definizione fisica di lavoro non tiene conto del tempo impiegato; nella realtà si sceglie una persona o una macchina piuttosto che un'altra anche in base al tempo impiegato a compiere lo stesso lavoro.

La potenza misura la rapidità di compiere un lavoro; è una grandezza scalare, il cui modulo è direttamente proporzionale al lavoro ed inversamente proporzionale al tempo impiegato. in altre parole, è il lavoro svolto nell'unità di tempo.

$$P = \frac{lavoro\ svolto}{tempo\ impiegato\ a\ svolgerlo}$$

$$P = \frac{L}{t}$$

L'unità di misura della potenza, nel Sistema Internazionale, è il Watt, simbolo W.
Si ha la potenza di 1 W se una forza compie il lavoro di 1 J nel tempo di 1 s

$$1\ \mathrm{W} = \frac{1\ J}{1\ s}$$

Nella vita quotidiana, sono usati anche i cavalli vapore: 1 CV = 735 W, che indicano la potenza dei motori

Il lavoro e la variazione di energia

Quando un corpo è in grado di compiere un lavoro si dice che possiede energia. Quindi l'energia rappresenta l'attitudine di un corpo a compiere un lavoro.

ATTENZIONE: la formula del lavoro come forza per spostamento è legata alla sua definizione fisica; tuttavia esistono altri modi, a volte più convenienti, per calcolare il lavoro di una forza. Queste formule sono legate alla seguente definizione di lavoro: il lavoro è sempre una variazione di energia.

Il teorema dell'energia cinetica.

Se viaggi in auto mobile e la tua velocità cambia da 90 km/h a 120 km/h, anche la tua energia cinetica aumenta; nello stesso intervallo di tempo, hai percorso un tratto di strada, ioè uno spostamento.
In questo caso la forza motrice del motore ha compiuto un lavoro numericamente uguale alla variazione di energia cinetica:

$$L = \Delta E_{cinetica}$$

$$L = E_{cinetica,finale} - E_{cinetica,iniziale}$$

Si può osservare che:
il lavoro della forza motrice è motore, cioè maggiore di zero, se l'auto aumenta la sua velocità (accelerazione)
il lavoro della forza motrice è resistente, cioè minore di zero, se l'auto diminuisce la sua velocità (decelerazione)
un corpo fermo od in moto rettilineo uniforme, ossia a velocità costante, non compie nessun tipo di lavoro, poiché

$$E_{cinetica,finale} = E_{cinetica,iniziale}$$

Il lavoro della forza peso

La forza peso ha direzione verticale e verso rivolto al centro della Terra. Quindi, essa compie lavoro solo quando sposta un oggetto in direzione verticale, cioè verso il basso o verso l'alto.

Immagina di essere sul tetto della scuola, all'altezza h_1 e di avere quindi $E_{potenziale} = F_{peso} \cdot h_1$. Perdi l'equilibrio e per effetto della F_{peso} cadi sulla strada. Durante la caduta non solo diminuisci la tua energia potenziale, poiché h sta diminuendo, ma percorri anche un certo spostamento, in questo caso Δh.
Ed ora fa attenzione!
Mentre cadi, la F_{peso} fa un lavoro motore, poiché è concorde allo spostamento. Inoltre la variazione di E potenziale è negativa, poiché la quota sta diminuendo: $E_{potenziale\ finale} < E_{potenziale\ iniziale}$.
Per questi motivi il lavoro della forza peso è l'opposto della variazione dell'energia potenziale:

$$L_{peso} = -\Delta E_{potenziale}$$

$$L_{peso} = -(E_{potenziale\ finale} - E_{potenziale\ iniziale})$$

Ossia

$$L_{peso} = E_{potenziale\ iniziale} - E_{potenziale\ finale}$$

(lavoro motore, durante la caduta)

Se invece di scendere, il corpo sale di quota (non è certamente la forza peso a causare la salita, ma ad esempio la forza muscolare durante un'arrampicata), la forza peso compie un lavoro resistente, ossia agisce con verso discorde allo spostamento. In questo caso l'energia potenziale aumenta, rispetto il livello di partenza: $E_{\text{potenziale finale}} > E_{\text{potenziale}}$ e per indicare che il lavoro è negativo:

$$L_{\text{peso}} = E_{\text{potenziale iniziale}} - E_{\text{potenziale finale}}$$

(lavoro resistente, durante la salita)

Ossia è esattamente la stessa formula!

Il lavoro della forza elastica

In questo caso, non è necessario dilungarsi troppo. Per "simmetria" con l'energia potenziale gravitazionale considerata nel paragrafo precedente, basta ricordare la formula, identica alla precedente, prendendo in considerazione, però l'energia potenziale elastica:

$$L_{\text{forza elastica}} = -\Delta E_{\text{potenziale elastica}}$$

$$L_{\text{peso}} = -(E_{\text{potenziale elastica finale}} - E_{\text{potenziale elastica iniziale}})$$

Ossia

$$L_{\text{peso}} = E_{\text{potenziale elastica iniziale}} - E_{\text{potenziale elastica finale}}$$

(lavoro motore, durante la compressione)
(lavoro resistente, durante l'allungamento)

Il lavoro della forza centripeta

Per definizione di forza centripeta, la sua direzione è sempre perpendicolare allo spostamento, quindi ……. Essa non compie mai lavoro.

$$L_{\text{forza centripeta}} = 0$$

Esercizi guidati

Stai viaggiando su un altopiano a 1500 m di altezza alla velocità di 90 km/h. Stimi che l'automobile con te a bordo sia di 1000 kg. Calcola:

1. il peso dell'auto con te a bordo
2. l'energia cinetica dell'auto con te a bordo
3. l'energia potenziale dell'auto con te a bordo
4. l'energia cinetica dell'auto con te a bordo
5. il lavoro necessario per accelerare fino a 120 km/h

Dati.

$m_{\text{auto + persona}} = 1000\ \text{kg}$

$V_0 = 90\ \text{km/h} = 25\ \text{m/s}$

$h = 1500\ \text{m}$

$v_1 = 120\ \text{km/h} = 33\ \text{m/s}$

Formule.

$F_{\text{peso}} = m \cdot g$

$E_{\text{cinetica}} = \frac{mv^2}{2}$

$E_{\text{potenziale}} = m \cdot g \cdot h$

$E_{\text{meccania}} = E_{\text{cinetica}} + E_{\text{potenziale}}$

$L = F \cdot \Delta s$ oppure $L = \Delta E_{\text{cinetica}}$

Risoluzione.

$F_{\text{peso}} = m \cdot g = 1000 \cdot 9{,}81 = 9810\ \text{N}$

$E_{\text{cinetica,0}} = \frac{mv0^2}{2} =$ .... $= 312500\ \text{J}$

$E_{\text{potenziale}} = m \cdot g \cdot h =$ .... $= 14.715.000\ \text{J}$

$E_{\text{meccania}} = E_{\text{cinetica}} + E_{\text{potenziale}} =$ .... $= 15.027.500\ \text{J}$

Per calcolare il lavoro occorre utilizzare la variazione di energia cinetica.

$E_{\text{cinetica,1}} = \frac{mv1^2}{2} =$ .... $= 544.500\ \text{J}$

$L = \Delta E_{\text{cinetica}} = E_{\text{cinetica,1}} - E_{\text{cinetica,0}} = 232.000\ \text{J}$

È un lavoro motore.

Sai rispondere ?

1. Che cosa è l'energia cinetica di traslazione?
2. Qual è la condizione per non avere energia cinetica?
3. Che cosa è l'energia cinetica di rotazione?
4. Se in ordinata hai l'energia cinetica e la figura è una parabola, cosa hai in ascissa?
5. Che differenza c'è fra energia potenziale elastica ed energia potenziale gravitazionale?
6. L'energia potenziale gravitazionale può essere negativa? Perché?
7. Che differenza c'è fra lavoro motore e lavoro resistente?
8. Se l'angolo fra forza e spostamento è di 90° quanto vale il lavoro?
9. cosa puoi calcolare dal grafico della forza in funzione del tempo?
10. Spiega cosa vuol dire che il lavoro è variazione di energia

HAI IMPARATO CHE ...

- Energia e lavoro hanno la stessa unità di misura
- Energia cinetica ed energia potenziale sono due aspetti dell'energia meccanica
- Il lavoro è sempre uguale alla variazione di energia

I principi di conservazione

Quest'ultima sezione ti permetterà di sfruttare tutto quello che hai visto fino ad ora e ti permetterà di capire come vengano affrontate molte situazioni reali: l'esame della scena di un urto frontale o di un'auto finita fuori strada.

Nell'unità 1 conoscerai l'importanza del sistema isoalto: un utile "semplificazione" che permette di studiare molti fenomeni. Saranno introdotte delle nuove grandezze fisiche, che premettono di relazionare le forze applicate alle velocità dei corpo e allo loro massa.

Nell'unità 2 potrai vedere cosa succede realmente, ossia nei sistemi reali, in cui massa, energia non si conservano (ma si trasformano in calore) le forze esterne non sono trascurabili.

Infine, l'unità 3 fa comprendere le leggi applicate nel caso di urti fra corpi.

1. La fisica nei sistemi isolati
   Classificare i sistemi
   la quantità di moto
   l'impulso di una forza
   la conservazione della quantità di moto e dell'energia meccanica

2. La fisica nei sistemi non isolati
   Non tutto si conserva

3. le interazioni fra corpi
   Gli urti
   Gli urti del quotidiano
   Esercizi guidati
   Sai rispondere ?

LA FISICA NEI SISTEMI ISOLATI

PREREQUISITI

[Saper distinguere le grandezze vettoriali dalle grandezze scalari – Saper operare con vettori – Saper distinguere la proporzionalità diretta, la proporzionalità inversa, la proporzionalità quadratica – Conoscere le grandezze fisiche massa, velocità, energia cinetica]

OBIETTIVI

[Conoscere la differenza fra i tipi di sistema – Saper definire la grandezza fisica quantità di moto – Saper definire la grandezza fisica di impulso di una forza – Saper enunciare il principio di conservazione della quantità di moto – Saper enunciare il principio di conservazione dell'energia meccanica]

Classificare i sistemi

Il sistema è quella parte del mondo sulla quale si fissa l'attenzione per studiare le proprietà di uno o più corpi. La restante parte del mondo, non oggetto di studio, è l'ambiente esterno.

Sistema aperto.

Un sistema fisico si dice isolato quando scambia, con l'ambiente esterno, sia energia che materia.

Sistema chiuso.

Un sistema fisico si dice chiuso quando scambia, con l'ambiente esterno, solo energia e non materia.

Sistema isolato.

Un sistema fisico si dice isolato quando non scambia mai, con l'ambiente esterno, né energia né materia. Tenendo conto dell'equivalenza fra energia e lavoro e, quindi, della definizione di lavoro, in un sistema isolato non possono mai agire forze provenienti dall'esterno ed i corpi al suo interno possono interagire solo fra di loro; nel sistema isolato non agiscono forze di attrito, essendo esse causate da interazioni esterne.

La quantità di moto

Dopo un incidente, la scientifica prende in esame grandezze fisiche come l'energia cinetica e la quantità di moto, perché la massa dei veicoli è un'informazione importante.

Definizione.

La quantità di moto di un corpo di massa m, in moto alla velocità v è una grandezza vettoriale, che si indica con **q** che ha:

1. direzione coincidente con quella del vettore velocità

2. verso concorde con quelli del vettore velocità
3. modulo direttamente proporzionale sia alla massa che alla velocità

Formula.

Ricorda sempre che si tratta di una grandezza vettoriale, come la velocità:
q = massa · **velocità** cioè: **q** = m · **v**
ed in modulo: q = m · v

un corpo fermo non ha quantità di moto; se accelera, invece l'aumenterà.

Unità di misura.

L'unità di misura della quantità di moto, nel Sistema Internazionale, è, semplicemente il prodotto delle due unità di misura kg · m/s e non ha un nome.
Fa solo attenzione che la velocità va espressa in m/s e non in km/h.

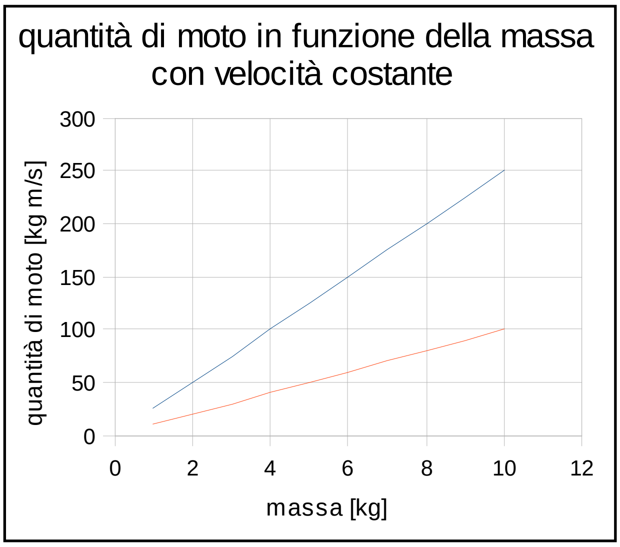
I grafici della quantità di moto

Curva BLU

massa	**[kg]**	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
quantità di moto	**[kg m/s]**	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250

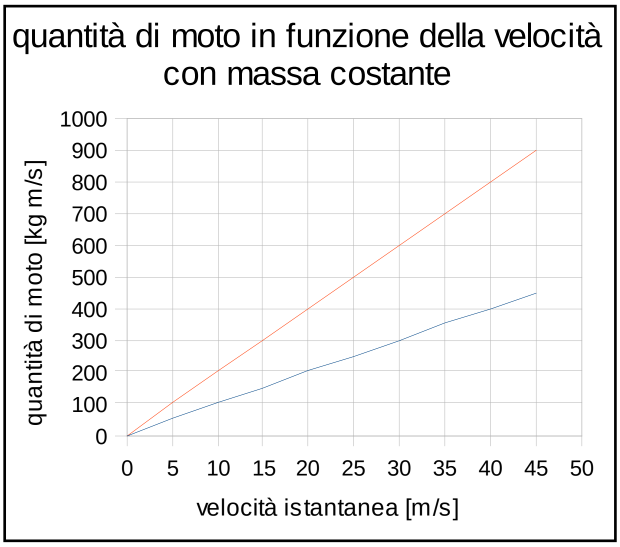
Curva ROSSA

massa	**[kg]**	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
quantità di moto	**[kg m/s]**	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100



velocità	**[m/s]**	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
quantità di moto	**[kg m/s]**	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450

velocità	**[m/s]**	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
quantità di moto	**[kg m/s]**	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900



Quantità di moto di un sistema di corpi.

Perché si insiste sulla natura vettoriale della quantità di moto? Per ricordare che la somma di due o più quantità di moto segue delle regole particolari, come visto nel primo capitolo del testo.

Supponi di viaggiare in autostrada, alla velocità costante di 90 km/h e di rimanere dietro ad un camion, di massa maggiore, che si muove alla velocità di 100 km/h; le quantità di moto dell'auto e del camion, sono rispettivamente:

$$\mathbf{q}_{\text{auto}} = m_{\text{auto}} \cdot \mathbf{v}_{\text{auto}}$$
$$\mathbf{q}_{\text{camion}} = m_{\text{camion}} \cdot \mathbf{v}_{\text{camion}}$$

Ma qual è la quantità di moto risultante del sistema auto + camion?
Nel nostro esempio, poiché le due velocità hanno la stessa direzione e sono concordi, il modulo finale è la somma dei due moduli:

$$q_{\text{auto + camion}} = q_{\text{auto}} + q_{\text{camion}}$$

Se, invece, si muovessero uno contro l'altro, ossia on verso discorde, il modulo risultante è la differenza dei moduli:

$$q_{\text{auto + camion}} = q_{\text{auto}} - q_{\text{camion}}$$

Se, poi, le due direzioni delle velocità fossero ad angolo retto, occorre calcolare il modulo con la formula di Pitagora. A voi la formula ….

L'impulso di una forza

Cosa succede se applichi una forza per una frazione di secondo? Cosa cambia se invece il contatto dura più di un secondo. Questo capitolo ti spiega l'importanza dell'impulso e della sua influenza nello studio di diverse situazioni fisiche.

Definizione.

Si chiama impulso I di una forza di una forza F che agisce su di un corpo per il tempo t, la grandezza vettoriale che ha:

1. direzione coincidente con quella del vettore forza
2. verso concorde con quelli del vettore forza
3. modulo direttamente proporzionale sia al modulo della forza applicata che al tempo per il quale agisce.

Formula.

Ricorda sempre che si tratta di una grandezza vettoriale, come la forza:
I = **forza** · tempo cioè: $\mathbf{I} = \mathbf{F} \cdot t$
ed in modulo: $I = F \cdot t$

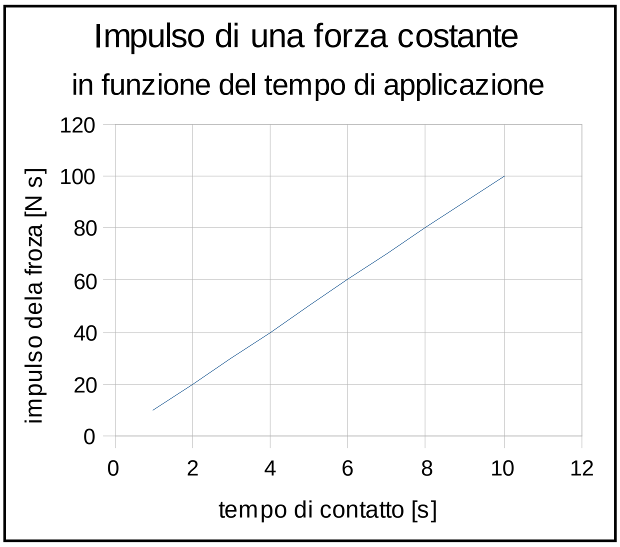
Unità di misura.

L'unità di misura dell'impulso di una forza, nel Sistema Internazionale, è, semplicemente il prodotto delle due unità di misura N · s e non ha un nome.

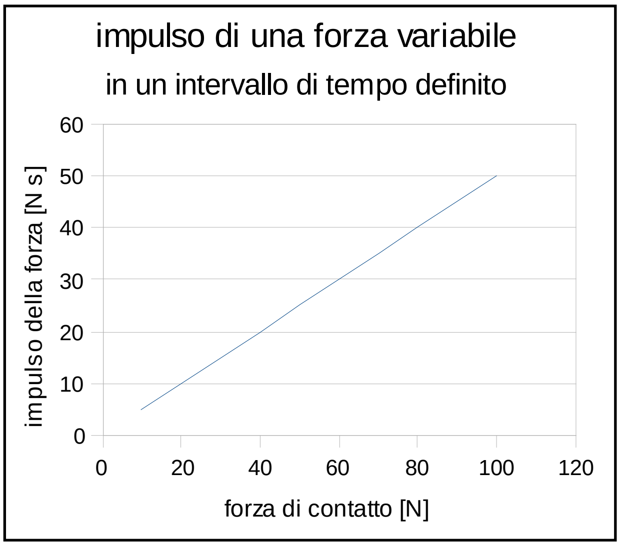
le forze impulsive sono forze che agiscono per un tempo molto breve. Esse sono quelle tipiche che nascono durante l'urto fra due corpi.

I grafici dell'impulso

tempo di contatto	**[s]**	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
impulso	**[Ns]**	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100



forza di contatto	[N]	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
impulso	[Ns]	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50



La conservazione della quantità di moto e dell'energia meccanica

In questo capitolo si affronta lo studio della fisica e dell'interazione fra corpi in un sistema isolato.

Il principio di conservazione della quantità di moto

In un sistema isolato (e solo in questo) la quantità di moto totale rimane costante; questo significa anche che:

la variazione della quantità di moto del sistema è nulla

poiché, per definizione la risultante delle forze che agiscono sul sistema è nulla, anche l'impulso è nullo.

L'espressione matematica del principio di conservazione della quantità di moto è:

$$\mathbf{q}_{\text{totale}} = \text{costante}$$

oppure

$$\mathbf{q}_{\text{istante } 1} = \mathbf{q}_{\text{istante } 2} = \mathbf{q}_{\text{istante } 3} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots = \mathbf{q}_{\text{istante } 1000}$$

Se il sistema è formato da più corpi A, B, C,... la q totale è la risultante vettoriale delle singole quantità di moto

$$\mathbf{q}_{\text{totale}} = \mathbf{q}_A + \mathbf{q}_B + \mathbf{q}_{C\ldots\ldots}$$

Attenzione:
ricorda sempre cha a conservarsi è la quantità di moto totale. Le singole quantità di moto dei singoli corpi possono variare; è la loro risultante vettoriale a non variare.

Esercizio.
Immagina di esserti offerto volontario per essere sparato da un cannone , come un proiettile. Il sistema formato da te e dal cannone è un buon esempio di sistema isolato, se si trascurano le forze di attrito. Inizialmente, prima di essere sparato, le quantità di moto sono:

$$\mathbf{q}_{\text{alunno, prima}} = 0$$

(perché sei fermo, dentro il cannone)

$$\mathbf{q}_{\text{cannone, prima}} = 0$$

(perché è fermo sul terreno)

$$\mathbf{q}_{\text{sistema, prima}} = \mathbf{q}_{\text{alunno}} + \mathbf{q}_{\text{cannone}} = 0$$

dopo lo sparo, acquisti una velocità v_{alunno} e quindi una quantità di moto

$$\mathbf{q}_{\text{alunno, dopo}} = m_{\text{alunno}} \cdot \mathbf{v}_{\text{alunno}}$$

ed anche il cannone acquista una velocità di rinculo V rinculo e quindi una quantità di moto

$$\mathbf{q}_{\text{cannone, dopo}} = M_{\text{cannone}} \cdot \mathbf{V}_{\text{rinculo}}$$

Poiché in un sistema isolato la quantità di moto totale deve conservarsi, si sa che

$$\mathbf{q}_{\text{sistema, dopo}} = \mathbf{q}_{\text{sistema prima}} = 0$$

segue che le q dopo lo sparo devono essere uguali ma discordi.

Il principio di conservazione dell'energia meccanica

In un sistema isolato (e solo in questo) l'energia meccanica rimane costante; questo significa anche che la variazione di energia del sistema è nulla

L'espressione matematica del principio di conservazione della quantità di moto è:

$$E_{\text{meccanica}} = \text{costante}$$

oppure

$$E_{\text{istante 1}} = E_{\text{istante 2}} = E_{\text{istante 3}} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots = E_{\text{istante 1000}}$$

Nel caso più diffuso che un corpo sia dotato delle sole energia cinetica di traslazione ed energia potenziale gravitazionale, si ha

$$E_{\text{meccanica}} = E_{\text{cinetica}} + E_{\text{potenziale}} = \text{costante}$$

Attenzione:

ricorda sempre cha a conservarsi è la sola energia meccanica; l'energia cinetica e l'energia potenziale possono variare, purché la loro somma non cambi mai.

Esempio

Supponi di essere sul tetto della scuola, immobile sul bordo. Trascurando gli attriti, rappresenti un sistema isolato. Le energie in gioco sono:

$$E_{\text{cinetica sul tetto}} = 0$$

(perché sei fermo)

$$E_{\text{potenziale sul tetto}} = m \cdot g \cdot h$$

(perché ti trovi alla quota h, rispetto la strada)

$$E_{\text{sistema sul tetto}} = E_{\text{cinetica}} + E_{\text{potenziale}} = m \cdot g \cdot h$$

(la sola energia potenziale, essendo la cinetica nulla)

Ora, ti butti giù. Ovviamente, durante la caduta acquisti velocità v, e quindi energia cinetica; contemporaneamente, la tua altezza diminuisce sempre più mentre stai cadendo.

Quando arrivi a terra, durante l'impatto al suolo, non hai più energia potenziale, poiché sei arrivato al livello di riferimento, ma hai energia cinetica a causa della velocità con cui tocchi terra. Quindi, le energia in gioco sono:

$$E_{\text{cinetica a terra}} = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

$$E_{\text{potenziale a terra}} = 0$$

$$E_{\text{sistema a terra}} = E_{\text{cinetica a terra}} + E_{\text{potenziale}} = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

(la sola energia cinetica, essendo la potenziale nulla)

Poiché in un sistema isolato l'energia meccanica deve conservarsi, si sa che

$$E_{\text{sistema a terra}} = E_{\text{sistema sul tetto}}$$

segue che l'energia potenziale iniziale è uguale all'energia cinetica finale

$$m \cdot g \cdot h = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

In un sistema isolato (e solo in questo) l'energia potenziale e l'energia cinetica si trasformano l'una nell'altra purché la loro somma resti sempre costante.

$$\mathbf{E_{\text{potenziale}} + E_{\text{cinetica}} = \text{costante}}$$

LA FISICA NEI SISTEMI NON ISOLATI

PREREQUISITI
[Saper distinguere le grandezze vettoriali dalle grandezze scalari – Saper operare con vettori – Saper distinguere la proporzionalità diretta, la proporzionalità inversa, la proporzionalità quadratica – Conoscere le grandezze fisiche massa, velocità, energia cinetica, quantità di moto ed impulso di una forza – Saper distinguere sistemi aperti, chiusi ed isolati]

PREREQUISITI
[Saper descrivere la quantità di moto in un sistema non isolato – Saper descrivere l'energia meccanica in un sistema non isolato]

Non tutto si conserva

Questo capitolo fa vedere come si deve ragionare in una situazione non ideale.

La quantità di moto in un sistema non isolato

In un sistema non isolato, la quantità di moto totale non si conserva, ma vale quello che si chiama teorema dell'impulso e della quantità di moto.

In un sistema non isolato (aperto, chiuso, universo) la quantità di moto totale varia; la variazione della quantità di moto Δq, che avviene nell'intervallo di tempo t è uguale all'impulso I_{est} delle forze esterne agenti sul sistema

Analiticamente, la relazione matematica è:

$$\Delta q = I_{est}$$

E sostituendo alla variazione della quantità di moto e all'impulso le rispettive formule si ha, anche:

$$q_{finale} - q_{iniziale} = F_{est} \cdot t$$

e

$$m \cdot v_{finale} - m \cdot v_{iniziale} = F_{est} \cdot t$$

Le forze esterne sono, quindi, la causa della variazione di velocità del corpo.
Si osserva che forze impulsive, cioè di grande intensità, applicate per un istante brevissimo di tempo producono la stessa variazione di velocità di forze poco intense, ma applicate per un tempo molto lungo.

L'energia in un sistema non isolato.

In un sistema non isolato (aperto, chiuso, universo) l'energia meccanica non si conserva, ma degrada, ossia diminuisce sempre.

$$E_{meccanica,\ prima} > E_{meccanica,\ dopo}$$

Questo significa che la variazione di energia meccanica è negativa:

$$\Delta E_{\text{meccanica}} < 0$$

E dove va a finire l'energia persa? Ed è veramente "persa"
L'energia "persa" va nel lavoro delle forze di attrito.
In sistemi non isolati il lavoro totale svolto sul sistema stesso è:

$$L_{\text{totale}} = \Delta E_{\text{meccanica}} + L_{\text{attrito}}$$

In altre parole i Joule si conservan0.

LE INTERAZIONI FRA CORPI

PREREQUISITI

[Saper distinguere le grandezze vettoriali dalle grandezze scalari – Saper operare con vettori – Conoscere le grandezze fisiche massa, velocità, energia cinetica – Conoscere i principi di conservazione nei sistemi isolati]

OBIETTIVI

[Saper distinguere i tipi di moto – Saper definire l'urto elastico – Saper definire l'urto anelastico – Saper definire l'urto totalmente anelastico – Saper utilizzare le formule dei diversi urti]

Gli urti

In questo capitolo si affronta la classificazione fisica degli urti, utile premessa per affrontare ciò che succede quando due corpi si scontrano.

L'urto elastico

In un urto elastico fra corpi A e B
si conserva la quantità di moto risultante dei corpi (conservazione vettoriale)

$$\mathbf{q}_{A\,prima} + \mathbf{q}_{B\,prima} = \mathbf{q}_{A\,dopo} + \mathbf{q}_{B\,dopo}$$

$$m_A \cdot \mathbf{v}_{A\,prima} + m_B \cdot \mathbf{v}_{B\,prima} = m_A \cdot \mathbf{v}_{A\,dopo} + m_B \cdot \mathbf{v}_{B\,dopo}$$

si conserva l'energia cinetica totale dei corpi

$$E_{A\,prima} + E_{B\,prima} = E_{A\,dopo} + E_{B\,dopo}$$

$$\frac{m_A \cdot v^2_{A,prima}}{2} + \frac{m_B \cdot v^2_{B,prima}}{2} = \frac{m_A \cdot v^2_{A,dopo}}{2} + \frac{m_B \cdot v^2_{B,dopo}}{2}$$

i due corpi, dopo l'urto, proseguono separati
Risolvendo il sistema ottenuto dalla 2 e 4 è possibile calcolare le velocità assunte dai due corpi dopo l'urto.

L'urto anelastico

In un urto totalmente anelastico fra corpi A e B:

si conserva la quantità di moto risultante dei corpi

non si conserva l'energia cinetica totale dei corpi, ma diminuisce, poiché una parte si trasforma in calore ed una parte è responsabile delle eventuali ammaccature

i due corpi, dopo l'urto, proseguono separati

$$_{A\,prima} + \mathbf{q}_{B\,prima} = \mathbf{q}_{A\,dopo} + \mathbf{q}_{B\,dopo}$$

$$m_A \cdot v_{A\,prima} + m_B \cdot v_{B\,prima} = m_A \cdot v_{A\,dopo} + m_B \cdot v_{B\,dopo}$$

$$E_{A\,prima} + E_{B\,prima} = E_{A\,dopo} + E_{B\,dopo}$$

$$\frac{m_A \cdot v^2_{A,prima}}{2} + \frac{m_B \cdot v^2_{B,prima}}{2} < \frac{m_A \cdot v^2_{A,dopo}}{2} + \frac{m_B \cdot v^2_{B,dopo}}{2}$$

L'urto totalmente anelastico

In un urto anelastico fra corpi A e B:

- si conserva la quantità di moto risultante dei corpi
- non si conserva l'energia cinetica totale dei corpi; essa diminuisce, poiché parte dell'energia è utilizzata per incastrare i due corpi
- i due corpi, dopo l'urto, proseguono uniti, quindi hanno entrambi la stessa velocità

$$\mathbf{q}_{A\,prima} + \mathbf{q}_{B\,prima} = \mathbf{q}_{A+B}$$

$$m_A \cdot \mathbf{v}_{A\,prima} + m_B \cdot \mathbf{v}_{B\,prima} = (m_A + m_B) \cdot \mathbf{v}_{A+B}$$

$$E_{A\,prima} + E_{B\,prima} = E_{A+B}$$

$$\frac{m_A \cdot v^2_{A,prima}}{2} + \frac{m_B \cdot v^2_{B,prima}}{2} < \frac{(m_A + m_B) \cdot v^2_{A+B}}{2}$$

Gli urti del quotidiano

Questo capitolo affronta gli "incidenti" più comuni e fa vedere come è possibile ipotizzare il valore delle grandezze fisiche coinvolte e le possibili traiettorie finali dei corpi coinvolti.

Il frontale

In un "frontale" i corpi che si scontrano hanno velocità con la stessa direzione ma verso opposto; quindi anche le quantità di moto sono opposte.
Si tratta di un urto anelastico o totalmente anelastico, se le auto restano incastrate, per cui l'energia cinetica diminuisce, dissipandosi in calore e nelle deformazioni delle macchine

Tenendo conto dei versi delle due quantità di moto, le relazioni fra i moduli sono:

$$q_{A\,prima} - q_{B\,prima} = q_{A\,dopo} \pm q_{B\,dopo}$$

$$\frac{m_A \cdot v^2_{A,prima}}{2} + \frac{m_B \cdot v^2_{B,prima}}{2} < \frac{m_A \cdot v^2_{A,dopo}}{2} + \frac{m_B \cdot v^2_{B,dopo}}{2}$$

Il segno ± della quantità di moto dopo l'urto è per ricordare di considerare ogni singolo caso:

- dopo l'urto le auto coinvolte possono "rimbalzare" indietro e quindi proseguire per un po' con quantità di moto opposte (segno -)
- dopo l'urto il veicolo con maggiore quantità di moto può "prevalere", così da spingere l'altro nella sua stesa direzione, con quantità di moto concorde (segno +)
- se poi a causa dell'urto restano incastrate, le formule relative ad un urto totalmente anelastico danno:

$$m_A \cdot v_{A\,prima} - m_B \cdot v_{B\,prima} = (m_A \pm m_B) \cdot \mathbf{v}_{A+B}$$

$$\frac{m_A \cdot v_{A,prima}^2}{2} + \frac{m_B \cdot v_{B,prima}^2}{2} < \frac{(m_{A} + m_B) \cdot v_{A+B}^2}{2}$$

L'urto contro una parete (supposto elastico)

Cosa succede quando si va a sbattere contro un muro o contro un albero?
Il muro, essendo fermo, ha la velocità, la quantità di moto e l'energia cinetica nulle sia prima che dopo l'urto. In questo caso, le equazioni degli urti sono:

$$m_{auto} \cdot \mathbf{v}_{auto\,prima} + 0 = m_{auto} \cdot \mathbf{v}_{auto\,dopo} + 0$$

(relazione vettoriale)

$$\frac{m_{auto} \cdot v_{auto,prima}^2}{2} = \frac{m_{auto} \cdot v_{auto,dopo}^2}{2}$$

Poiché la quantità di moto deve conservarsi, dopo l'urto l'auto avrà la stessa quantità di moto, ma verso opposto,ossia torna indietro, con la stessa velocità dell'urto.
Si tratta, ovviamente di un caso ideale, poiché nella realtà le forze di attrito e le forze elastiche fra corpi non sono trascurabili.

L'urto di oggetti con la stessa massa (supposto elastico)

Cosa succede se due panda identiche si scontrano? Cambia qualcosa nel caso di un tamponamento da dietro o di un frontale?

Supponiamo che due panda aventi la stessa massa, ma velocità differente si tamponino, poiché quella dietro A, avente velocità maggiore , non si ferma per tempo.
Poiché le quantità di moto, prima dell'urto, sono concordi, le relazioni dei moduli sono:

$$q_{A\,prima} + q_{B\,prima} = q_{A\,dopo} + q_{B\,dopo}$$

$$\frac{m_A \cdot v_{A,prima}^2}{2} + \frac{m_B \cdot v_{B\,prima}^2}{2} = \frac{m_A \cdot v_{A,dopo}^2}{2} + \frac{m_B \cdot v_{B,dopo}^2}{2}$$

Facendo le opportune sostituzioni, troverai che le due panda, dopo l'urto elastico, si scambiano le velocità: la panda più veloce, tamponando l'altra, comunica la sua velocità, acquistando, a sua volta, quella minore dell'auto davanti.

$$V_{A\,dopo} = v_{B\,prima}$$

$$V_{B\,dopo} = v_{A\,prima}$$

Nel caso di scontro frontale elastico, a parte il segno "meno" fra le quantità di moto, per indicare il verso opposto, la conclusione è la stessa: le due panda si scambiano le quantità di moto e "rimbalzano" indietro con la velocità dell'altra panda.

$$q_{A\ prima} - q_{B\ prima} = q_{A\ dopo} - q_{B\ dopo}$$

(mantengono versi opposti anche dopo l'urto)

$$\frac{m_A \cdot v_{A,prima}^2}{2} + \frac{m_B \cdot v_{B\ prima}^2}{2} = \frac{m_A \cdot v_{A,dopo}^2}{2} + \frac{m_B \cdot v_{B,dopo}^2}{2}$$

$$V_{A\ dopo} = -\ v_{B\ prima}$$

$$V_{B\ dopo} = -\ v_{A\ prima}$$

Esercizi guidati

Un proiettile da 25 g colpisce un carrello di massa 2 kg, inizialmente fermo, ma perfettamente scorrevole lungo l'asse longitudinale su di un piano orizzontale e vi resta conficcato. Il carrello acquista, di conseguenza, una velocità di 4 m/s. Calcolare:

a. la velocità iniziale del proiettile

b. la variazione di energia cinetica dovuta all'impatto

Dati.

Prima dell'urto	Dopo l'urto
$m_{proiettile} = 25\ g = 0{,}025\ kg$	$m_{finale} = 2{,}025\ kg$
$m_{carrello} = 2\ kg$	
$V_{iniziale\ proiettile} = ?$	$V_{finale} = 4\ m/s$
$V_{iniziale\ carrello} = 0$	
$E_{cinetica\ proiettile} = ?$	$E_{cinetica\ finale} = ?$
$E_{cinetica\ carrello} = 0$	
Urto totalmente anelastico	

Risoluzione.
Essendo un urto, ricorda la conservazione della quantità di moto.

$$q_{iniziale,proiettile} + q_{iniziale\ carrello} = q_{finale}$$

$$q_{iniziale,proiettile} = m_{proiettile} \cdot v_{proiettile} = 0{,}025 \cdot v_{proiettile}$$

$$q_{iniziale,carrello} = 0$$

(poiché è fermo)

$$q_{finale} = m_{finale} \cdot v_{finale} = 2{,}025 \cdot 4 = 8{,}096\ kg \cdot m/s$$

sostituendo i valori numerici: $0{,}025 \cdot v_{proiettile} + 0 = 8{,}096$

$$v_{proiettile} = \frac{8{,}096}{0{,}025} = 324\ m/s$$

Per calcolare la variazione di energia cinetica, occorre calcolare l'energia cinetica prima e dopo l'impatto.

$$E_{cinetica\ iniziale} = E_{cinetica\ proiettile}\ E_{cinetica\ carrello} = \frac{0{,}025 \cdot 324^2}{2} + 0 = 1312\ J$$

$$E_{cinetica\ finale} = \frac{2{,}025 \cdot 4^2}{2} = 16{,}2\ J$$

$$\Delta E_{cinetica} = E_{cinetica\ finale} - E_{cinetica\ iniziale} = -1295{,}8\ J$$

L'energia non è andata persa: è stata pesa per incastrare il proiettile nel carrello e metterlo in moto.

Sai rispondere ?

1.	Che cosa è la quantità di moto?
2.	Qual è l'unità di misura dell'impulso di una forza?
3.	Che cosa è un urto totalmente anelastico
4.	Che cosa è un sistema isolato?
5.	Enuncia il principio di conservazione dell'energia meccanica
6.	In un sistema non isoalto cosa puoi dire della variazione della quantità di moto
7.	Cosa succede se un corpo urta un muro?
8.	La quantità di moto si conserva sempre?
9.	Fai un esempio di urto elastico
10.	In un urto anelastico l'energia cinetica diminuisce, ma i Joule si conservano. Cosa vuol dire?

HAI IMPARATO CHE …

- Energia e lavoro hanno la stessa unità di misura
- Energia cinetica ed energia potenziale sono due aspetti dell'energia meccanica
- Il lavoro è sempre uguale alla variazione di energia
- I sistemi isolati hanno leggi differenti dai sistemi non isolati
- La quantità di moto si conserva solo nei sistemi isolati
- L'energia cinetica si conserva solo nei sistemi isolati
- Che è possibile analizzare le interazioni fra corpo studiando le variazioni energia prima e dopo l'urto

BIBLIOGRAFIA

Ezio Ragozzino, *Elementi di fisica*, EdiSES, volume unico

E. Ravagli, R. Cerruti, *Sola Fisica applicata*, Calderini , volume 1

J.D. Wilson, A.J. Buffa, *Elementi di fisica*, Principato, Volume 1

R. Resnick,D. Haliday, *Fisica*, Casa editrice Ambrosiana, Volume 1

F. Cennamo, G. Cennamo, *Corso di fisica*, Principato editore Milano, Volume 1

SITOGRAFIA

http://www.physicsclassroom.com/Class/1DKin/index.cfm

http://it.wikipedia.org/

http://www.sapere.it/tca/MainApp

http://www.geocities.com/codadilupo_2000/MS.htm

GLOSSARIO

A

Accelerazione –
Grandezza fisica vettoriale e derivata.
Formule : $a = \frac{velocit\grave{a}_{finale} - velocit\grave{a}_{iniziale}}{tempo \ in \ cui \ avviene \ la \ variazione}$ $a = \frac{forza}{massa}$

Unità di misura del Sistema internazionale $\frac{m}{s^2}$
[moti rettilinei uniformemente accelerati, secondo principio della dinamica]

Accelerazione centripeta –
Grandezza fisica vettoriale e derivata.
Formula : $a_{centripeta} = \frac{2\pi v_{tamgemziale}}{periodo}$
Unità di misura del Sistema internazionale $\frac{m}{s^2}$
Responsabile della curvatura della traiettoria

Accelerazione armonica –
Grandezza fisica vettoriale e derivata.
Direttamente proporzionale all'elongazione $a_{armonica} = a_{centripeta} \cdot \cos\vartheta$
Il suo valore massimo coincide con l'accelerazione centripeta
Unità di misura del Sistema internazionale $\frac{m}{s^2}$
Responsabile della curvatura della traiettoria

Altezza –
Grandezza fisica fondamentale e scalare assimilabile alla lunghezza, grandezza fisica fondamentale e scalare.
Unità di misura: metro [m]
[energia potenziale gravitazionale]

Area –
Grandezza fisica derivate e scalare.
Unità di misura: metro quadro [m²]
[metodo delle aree nel moto]

Attrito–
forza di attrito: grandezza fisica derivata e vettoriale e direttamente proporzionale alla forza premente
unità di misura : Newton [N]

B

Baricentro –
Punto dove si immagina concentrata la forza peso del corpo.

Bilancia -
Strumento di misura della massa.

Bioleva -
macchina semplice. Leva del corpo umano.

C

Caduta libera –
Moto di caduta libera: l'oggetto cade per effetto della forza peso. È un moto rettilineo uniformemente accelerato, con $g = 9{,}81 m/s^2$ sulla Terra.

Carrucola –
Macchina semplice, formata da un disco girevole attorno ad un asse fissato ad un sostegno detto taffa.

Cinematica -
parte della fisica che studia i tipi di moto, indipendentemente dalle cause che li provocano

Chilogrammo –
Unità di misura della massa

Coppia–
Coppia di forze: due forze parallele di verso opposto ed uguale modulo. È responsabile della rotazione di un corpo.

D

Dinamica -
parte della fisica che mette in relazione il moto con le forze

Dinamometro –
Strumento di misura della forza. Consiste, principalmente, di una molla che si allunga proporzionalmente alla forza applicata.

E

Energia –
Grandezza fisica derivata e scalare.
Unità di misura: Joule [J]
è la capacità di fare un lavoro

Energia cinetica di traslazione –
Grandezza fisica derivata e scalare; è proporzionale alla massa del corpo e al quadrato della sua velocità
Formula : $E_{cinetica\ \ di\ traslazione} = \frac{m \cdot v^2}{2}$
Unità di misura: Joule [J]
è l'energia legata al movimento di un corpo

Energia cinetica di rotazione –
Grandezza fisica derivata e scalare; è proporzionale al momento di inerzia e al quadrato della velocità angolare

formula : $E_{cinetica \ \ di \ rotazione} \ = \frac{I \cdot \omega^2}{2}$
Unità di misura: Joule [J]
energia legata alla velocità angolare e al momento di inerzia di un corpo

Energia potenziale gravitazionale –
Grandezza fisica derivata e scalare; è proporzionale alla massa del corpo e alla altezza cui si trova.
Formula : $E_{potenziale \ \ gravitazionale} \ = \mathrm{m} \cdot \mathrm{g} \ . \ \mathrm{h}$
Unità di misura: Joule [J]
energia legata alla altezza rispetto un riferimento

Energia potenziale elastica –
Grandezza fisica derivata e scalare; è proporzionale al quadrato dell'allungamento (o compressione) di un corpo elastico.
Formula : $E_{potenziale \ \ elastica} \ = \frac{k \cdot \Delta l^2}{2}$
Unità di misura: Joule [J]
energia dei corpi elastici, legata alla compressione o allungamento subito per effetto di una forza

Energia meccanica –
Unità di misura: Joule [J]
È la somma di energia cinetica e di energia potenziale.
In un sistema isolato l'energia meccanica si conserva. L'energia non si crea e non si distrugge.

Equazione oraria –
Legge matematica che mette in relazione lo spazio percorso con il tempo impiegato a percorrerlo.
[Moto rettilineo uniforme, moto rettilineo uniformemente accelerato]

Equilibrio –
un corpo è in equilibrio rispetto alla traslazione se la risultante delle forze applicate è nulla.
un corpo è in equilibrio rispetto alla rotazione se la risultante dei momenti delle forze applicate è nullo.

Esperimento –
Passo fondamentale del metodo sperimentale.

F

Forza –
Grandezza fisica derivata e vettoriale, il cui modulo è direttamente proporzionale alla massa del corpo e alla sua accelerazione.
Formula : $\mathrm{F} = \mathrm{m} \cdot \mathrm{a}$
Unità di misura: Newton [N]
è la causa dell'accelerazione o della deformazione di un corpo
[statica, dinamica, impulso, lavoro]

Forza centripeta –
Grandezza fisica derivata e vettoriale e responsabile dell'accelerazione centripeta. È sempre diretta verso il centro di curvatura.
Formula : $F_{centripeta} \ = \mathrm{m} \cdot a_{centripeta}$
Unità di misura: Newton [N]

Forza di attrito radente –

Grandezza fisica derivata e vettoriale che si oppone al moto traslatorio di un corpo. Il suo modulo è proporzionale alla forza premente.
Formula : $F_{attrito\ \ radente} = K_{attrit\ o\ radente} \cdot F_{premente}$
Unità di misura: Newton [N].

Forza di attrito volvente –
Grandezza fisica derivata e vettoriale che si oppone al moto rotatorio di un corpo. Il suo modulo è direttamente proporzionale alla forza premente ed inversamente proporzionale al raggio del corpo
Formula : $F_{attrito\ \ volvente} = K_{attrito\ \ volvente} \cdot \frac{F_{premente}}{raggio}$
Unità di misura: Newton [N]

Frequenza –
Grandezza fisica derivata e scalare. È l'inverso del periodo.
Formula: $f = \frac{1}{periodo}$
Unità di misura.: Hertz [Hz]; 1 Hz = 1 s^{-1}
È il numero di giri o di oscillazioni complete per unità di tempo.

G

Gravità –
accelerazione di gravità g Terra= 9,81 m/s^2
Moltiplicata per la massa di un corpo ne determina la forza di gravità o forza peso

Guadagno –
di una macchina semplice indica se è vantaggiosa (G>1), svantaggiosa (G<1) o indifferente. (=1)
In una leva la formula è : $G = \frac{F_{resistente}}{F_{motrice}} = \frac{b_{motore}}{b_{resistente}}$

H

Hertz -
Unità di misura della frequenza [$Hz = s^{-1}$]
Fisico tedesco (1857, 1894)

Hook -
La legge di Hook esprime la relazione fra l'allungamento (compressione) di un corpo elastico e la forza applicata per deformarlo: $F_{elas\ tica} = k \cdot \Delta l$

I

Impulso -
Grandezza fisica derivata e vettoriale, proporzionale alla forza applicata e al tempo di contatto
Formula : $I = F \cdot \Delta t$
unità di misura: Newton· s [N · s]
in un sistema non isolato corrisponde alla variazione della quantità di moto

Inerzia -
Tendenza di un corpo a mantenere lo stato di quiete o di moto in cui si trova.
Terzo principio della dinamica

Ipotesi -
Congettura o idea di come si svolge un fenomeno. Passo del metodo sperimentale.

J

Joule -
Unità di misura, nel sistema internazionale, dell'energia e del lavoro (e del calore): 1 J = 1 N · 1 m
Fisico inglese (1818, 1899)

L

Lavoro -
grandezza fisica derivata e scalare, direttamente proporzionale alla forza applicata al corpo e allo spostamento ottenuto.
Formula : $L = F \cdot \Delta s$
Unità di misura: Joule [J]
È sempre una variazione di energia.

Legge di Newton dei moti -
Primo principio della dinamica: se la risultante delle forze applicate ad un corpo è nulla, allora il corpo è fermo o in moto rettilineo uniforme
secondo principio della dinamica: se la risultante delle forze applicate ad un corpo non è nulla, allora il corpo subisce un'accelerazione che ha lo stesso verso e la stesa direzione della forza e modulo $a = \frac{F}{a}$
terzo principio della dinamica:ad ogni azione corrisponde una reazione uguale e contraria

Leva -
macchina semplice formata da un fulcro e due bracci.
Leva di primo genere se il fulcro è interno
leva di secondo genere se la forza resistenza è interna (sempre vantaggiosa)
leva di terzo genere se la forza motrice è interna (sempre svantaggiosa)

Litro -
unità di misura del volume. Non è del sistema internazionale

lunghezza -
grandezza fisica fondamentale e scalare.
Unità di misura : il metro [m]

M

Massa -
grandezza fisica fondamentale e scalare.
Unità di misura: il chilogrammo [kg]
[forza peso, secondo principio della dinamica, quantità di moto]
Meccanica -
parte della fisica che studia le forze ed i loro effetti: si divide in statica e dinamica

Metro -
unità di misura della lunghezza, della larghezza, della altezza, della distanza, della profondità.
Indica ance lo strumento di misura.

Momento di inerzia -
Grandezza fisica derivate e scalare.
Dipende dalla massa del corpo e dalla sua forma geometrica.

N

Newton -
unità di misura della forza del sistema internazionale: $1\ N = 1\ Kg \cdot 1\ m/s^2$
Scienziato inglese (1642, 1726): formulò la teoria della gravitazione universale

O

P

Pendolo -
dispositivo formato da un corpo sospeso ad un filo inestensibile, in grado di compiere oscillazioni regolari.
Esempio di moto armonico semplice

Periodo -
grandezza fisica fondamentale e scalare, il cui simbolo è T
unità di misura: secondo [s]
è il tempo impiegato a compiere un giro od un'oscillazione completa

Peso -
forza peso. Grandezza fisica derivata e vettoriale, proporzionale alla massa del corpo e all'accelerazione di gravità.
Formula: $F_{peso} = m \cdot g$
unità di misura: Newton [N]
è la forza presente nella caduta libera

Piano inclinato –
macchina semplice e sempre vantaggiosa poiché il guadagno è $G = \frac{lung\,hezza\ (ipotenusa\ )}{altezza}$

Potenza -
Grandezza fisica derivata e vettoriale, proporzionale al lavoro svolto nell'unità di tempo.
Formula : $P = \frac{lavoro}{tempo}$
unità di misura: Watt [W]; ancora diffuso il cavallo vapore: 1 CV = 735 W
misura la rapidità di fare un lavoro

Proporzionalità -
relazione matematica fra due grandezze fisiche. le proporzionalità più comuni sono:Diretta, inversa, quadratica

Q

Quantità di moto -
Grandezza fisica derivata e vettoriale, proporzionale alla massa del corpo e alla velocità alla quale si muove
Formula : $q = m \cdot v$
unità di misura. $Kg \cdot m/s$

principio di conservazione della quantità di moto: In un sistema isolato la quantità di moto totale del sistema si conserva nel tempo

R

Rendimento -
di una macchina, Grandezza fisica derivata ed adimensionale
Formula : $\eta = \frac{Energia\ \ ottenuta}{Energia\ \ forita}$
È sempre ≤ 1

Risultante -
Somma o differenza di due o più grandezze vettoriali

S

Scalare -
Grandezza fisica descritta in modo completo dal modulo (valore numerico) e dall'unità di misura

Sistema inerziale -
sistema in cui vale il primo principio della dinamica: è un sistema in quiete o in moto rettilineo uniforme

Sistema aperto –
Sistema di corpi che scambiano energia e massa con l'esterno.

Sistema chiuso –
Sistema di corpi che scambiano solo energia con l'esterno, non la massa.

Sistema internazionale –
Sistema accettato in campo scientifico che definisce 7 grandezze fondamentali e le loto unità di misura. Tutte le altre grandezze fisiche sono derivate.

Sistema isolato –
Sistema di corpi che non scambiano né energia nè massa con l'esterno.

Statica -
Parte della fisica che studia le forze e le condizioni di equilibrio

T

Tempo -
grandezza fisica fondamentale e scalare. Unità di misura nel sistema internazionale : secondo [s]

Tachimetro – strumento di misura della velocità

U

Unità di misura -
quantità definita in modo univoco rispetto alla quale tutte le altre quantità vengono misurate e valutate. Deve essere *semplice*, per non causare problemi nell'utilizzarla, *coerente* con le unità di misura che si collegano a vicenda e *accettata* dalla maggior parte delle persone

V

Velocità –
Grandezza fisica derivata e vettoriale.
Formula: v = $\frac{spazio\ \ perc\,orso}{tempo\ \ impiegato}$
unità di misura: metro al secondo [m/s]; molto usato il $\frac{km}{h} = \frac{1000\ m}{3600\ s}$
indica la rapidità con cui si percorre una distanza

Velocità istantanea –
È la velocità misurata in un intervallo di tempo molto piccolo

Velocità tangenziale –
Grandezza fisica derivata e vettoriale.
È la velocità del moto circolare uniforme; è sempre diretta tangenzialmente alla circonferenza
Formula: $v_{\text{tangenziale}} = \frac{circonferenza}{periodo}$
unità di misura: metro al secondo [m/s]; molto usato il $\frac{km}{h} = \frac{1000\ m}{3600\ s}$

Velocità angolare –
Grandezza fisica derivata e vettoriale.
Nel moto circolare uniforme indica la rapidità con cui varia l'angolo descritto dal raggio.
Formula: $\omega = \frac{2\pi}{periodo}$
Unità di misura: radiante al secondo [rad/s]

Vettore –
Rappresentazione grafica della grandezza vettoriale, individuata dalla *direzione* (retta su cui si trova il vettore), *verso* (orientamento sulla direzione) *modulo* (lunghezza)

Volume -
Grandezza fisica derivata e vettoriale.
Unità di misura: metro cubo [m^3]; molto diffuso l'uso del litro: 1 l = 10^{-3} m^3

W

Watt -
unità di misura della potenza. Fisico inglese (1736, 1819)