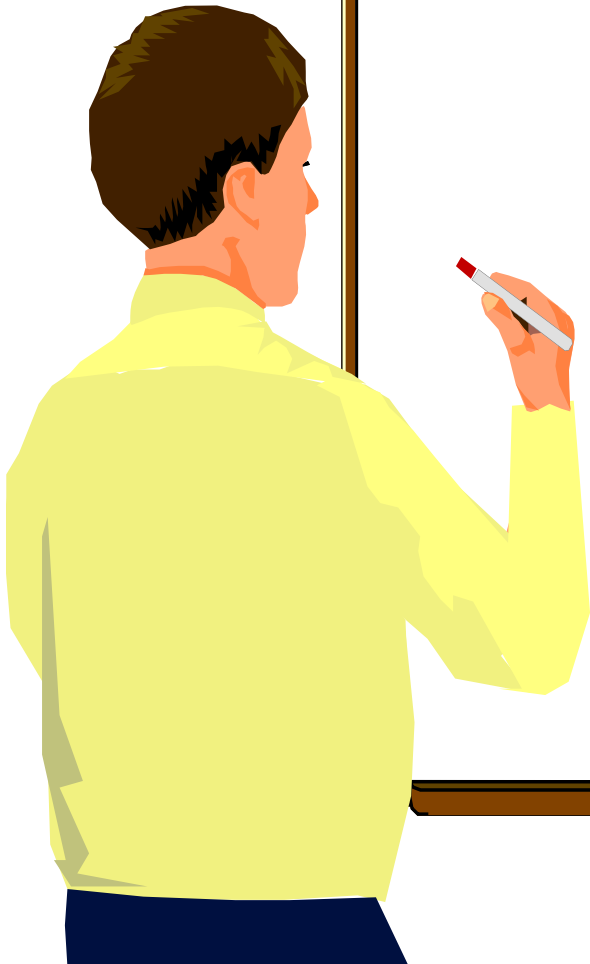


FISICA

Elaborazione dei dati sperimentali

*Autore: prof. Pappalardo Vincenzo
docente di Matematica e Fisica*

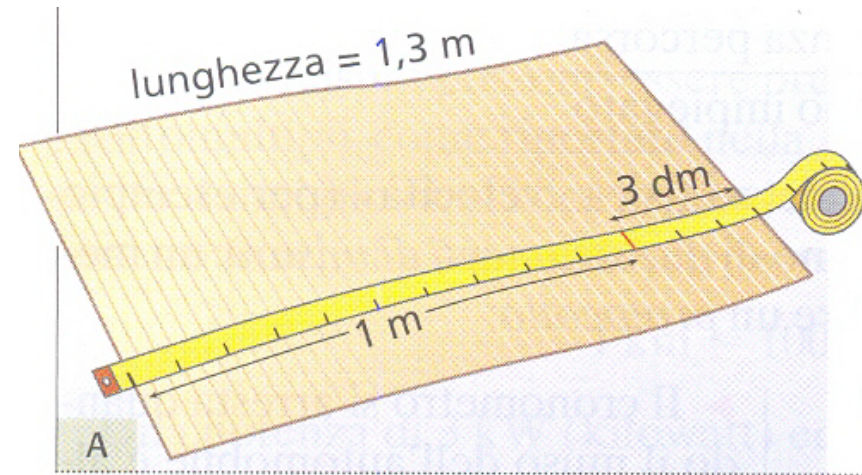


LE GRANDEZZE FISICHE

Una **grandezza fisica** è una quantità che può essere misurata con uno strumento di misura.

Ciò che non può essere misurato (la simpatia, la bellezza, l'amore) non è oggetto della fisica.

Per misurare una grandezza fisica occorre stabilire un'unità di misura (metro, secondo, chilogrammo, ecc.).



Misura lunghezza

$$L = 1,3 \text{ m}$$

Misurare una grandezza fisica significa dire quante volte l'unità di misura è contenuta nella grandezza.

Esempi di grandezze fisiche sono la lunghezza, la durata, la velocità, la temperatura, l'energia. Il significato fisico di ciascuna di queste parole è fissato da una definizione operativa.

La definizione operativa di una grandezza fisica consiste di due parti:

- ✓ la descrizione degli strumenti necessari per misurare la grandezza;
- ✓ la determinazione di una procedura non ambigua (detta protocollo) con cui utilizzare gli strumenti di misura.

Sulla base di una definizione operativa, ricercatori in laboratori diversi che si trovano nelle stesse condizioni operative ottengono, per la misura della stessa grandezza, lo stesso risultato.

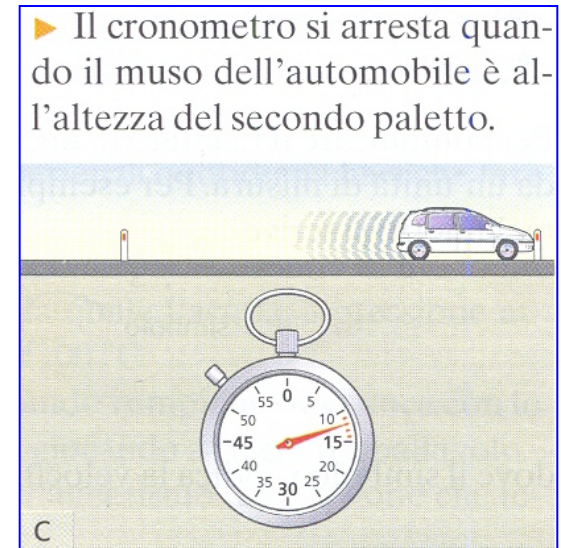
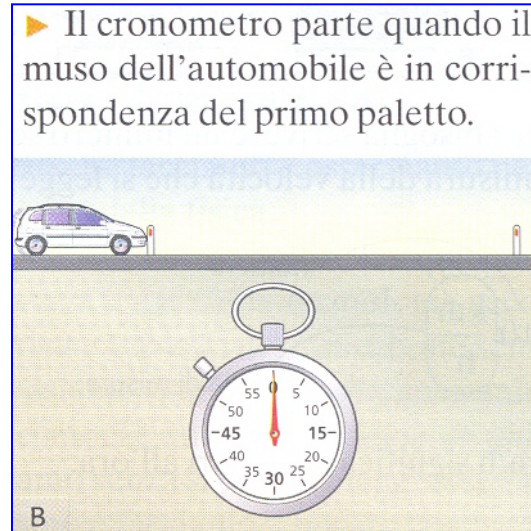
Esempio

Vediamo la definizione operativa della grandezza fisica **velocità**.

$$velocità = \frac{\text{distanza percorsa}}{\text{tempo impiegato}}$$

Per misurare (e quindi definire) la grandezza fisica velocità (per esempio quella di un'automobile) abbiamo bisogno di due strumenti di misura: un metro e un cronometro.

Bisogna poi stabilire un protocollo:



Avendo misurato una distanza di 90 m ed un tempo di 12 s, il valore della velocità è:

$$\text{velocità} = \frac{\text{distanza percorsa}}{\text{tempo impiegato}} = \frac{90 \text{ m}}{12 \text{ s}} = 7,5 \text{ m/s}$$

Un secondo sperimentatore che esegue la misura della velocità nelle stesse condizioni operative (stessa auto, strumenti identici e stesso protocollo), otterrà lo stesso risultato numerico (a parte gli errori di misura che studieremo in seguito).

Al valore della grandezza fisica deve essere sempre associato una unità di misura. In generale, non c'è nessuna ragione per scegliere una unità di misura piuttosto che un'altra. Comunque, affinché tutti possano parlare lo stesso linguaggio scientifico, nel 1960 è stato creato il *Sistema Internazionale di Unità (SI)*.

LE UNITÀ FONDAMENTALI DEL SISTEMA INTERNAZIONALE			
Nome della grandezza	Unità di misura	Simbolo	Strumento di misura
Lunghezza	metro	m	metro
Massa	kilogrammo	kg	bilancia
Intervallo di tempo	secondo	s	cronometro
Intensità di corrente	ampere	A	amperometro
Temperatura	kelvin	K	termometro
Intensità luminosa	candela	cd	fotometro
Quantità di sostanza	mole	mol	

Definiamo alcune grandezze fisiche fondamentali.

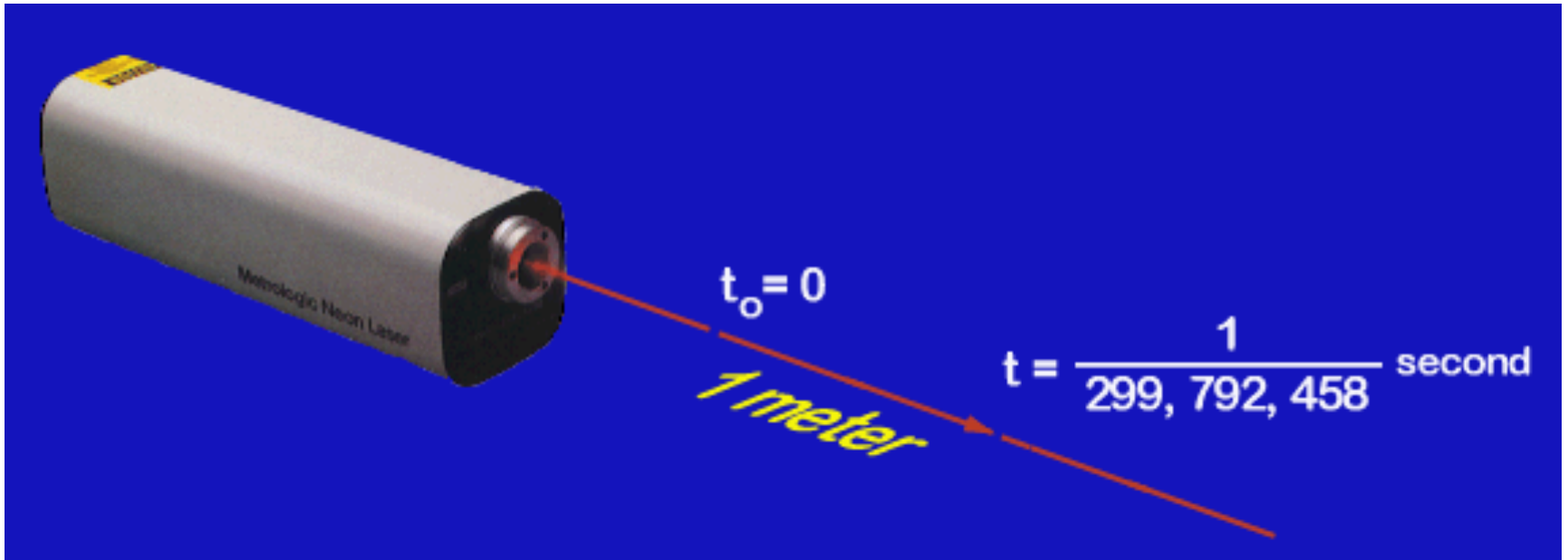
Per misurare la durata di un fenomeno (**intervallo di tempo**) si conta quante volte la durata di un fenomeno periodico è contenuta nella durata da misurare. Quindi, l'unità di misura dell'intervallo di tempo è la durata di un fenomeno periodico.

La nuova definizione del secondo utilizza una proprietà immutabile dell'atomo di cesio.

L'unità di misura dell'intervallo di tempo è il **secondo** (s), definito come l'intervallo di tempo impiegato da una particolare onda elettromagnetica emessa da atomi di cesio, per compiere 9192631770 oscillazioni.

Per definire il **metro**, si utilizza una proprietà fisica (la velocità della luce nel vuoto $c=299792458$ m/s) immutabile nello spazio e nel tempo.

L'unità di misura della lunghezza è il **metro** (m), definito come la distanza percorsa dalla luce, nel vuoto, in un intervallo di tempo pari a $1/299792458$ di secondo.



Il **kilogrammo** è definito mediante un cilindro campione di platino-iridio, che ha diametro ed altezza pari a 39 mm, conservato all'Ufficio di Pesi e Misure di Sèvres, in Francia.



Il **kilogrammo** (kg) è definito come la massa inerziale del campione di massa conservato a Sèvres.

Poiché questo cilindro metallico si modifica con il tempo, si sta cercando anche per la massa una definizione che si basi su qualche fenomeno fisico immutabile.

Tutte le grandezze fisiche si dividono in due categorie:

Le grandezze fisiche fondamentali sono quelle del SI, e da esse derivano tutte le altre.

Le grandezze fisiche derivate sono quelle definite a partire da quelle fondamentali.

L'unità di misura delle grandezze derivate si deduce dalle unità di misura delle grandezze fondamentali. Per esempio, per definire la velocità usiamo le due grandezze fondamentali distanze e tempo:

$$v = \frac{d}{t}$$

Se misuriamo la distanza in metri (m) e il tempo in secondi (s), non c'è bisogno di introdurre una nuova unità di misura per la velocità, che verrà così espressa in m/s.

Alcuni esempi:

Superficie	(lunghezza) ²	[L] ²	m ²
Volume	(lunghezza) ³	[L] ³	m ³
Velocità	(lunghezza/tempo)	[L][t] ⁻¹	m·s ⁻¹
Accelerazione	(velocità/tempo)	[L][t] ⁻²	m·s ⁻²
Forza	(massa*accelerazione)	[M][L][t] ⁻²	kg·m·s ⁻²
Densità	(massa/volume)	[M][L] ⁻³	kg·m ⁻³
Pressione	(forza/superficie)	[M][L] ⁻¹ [t] ⁻²	kg·m ⁻² ·s ⁻²

.....

In fisica è spesso utile sapere qual è la relazione tra una certa grandezza fisica e le grandezze fondamentali attraverso cui essa è definita:

Le dimensioni fisiche di una grandezza indicano in quale modo essa è ottenuta a partire dalle grandezze fondamentali.

L'unità di misura di una grandezza derivata si ottiene dalle unità di misura delle grandezze fondamentali da cui è tratta a partire dalla relazione che fornisce le dimensioni fisiche della grandezza stessa.

L'analisi dimensionale ci consente di ricavare dalle dimensioni fisiche di una grandezza derivata la sua unità di misura:

Esempio

Le dimensioni fisiche della velocità sono:

$$[v]=[l]/[t]$$

Ciò significa che l'unità di misura della velocità è: m/s

Una formula fisica è una uguaglianza tra una grandezza fisica, a sinistra dell'uguale, e un'espressione che contiene altre grandezze fisiche, oltre a numeri e costanti, a destra dell'uguale.

formula energia cinetica

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

Leggere una formula fisica significa descrivere come varia la grandezza fisica a sinistra dell'uguale al variare delle grandezze fisiche a destra dell'uguale.

La **legge fisica** è l'espressione e la generalizzazione, formulata in linguaggio matematico, di una regolarità riscontrata nei fenomeni naturali.

Vediamo alcuni esempi di relazione matematica tra grandezze fisiche.

Due grandezze fisiche X e Y sono **direttamente proporzionali** quando al variare della prima varia anche la seconda nella stessa misura, ossia il loro rapporto è costante:

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

La curva che rappresenta la relazione di proporzionalità diretta tra x e y è una retta.

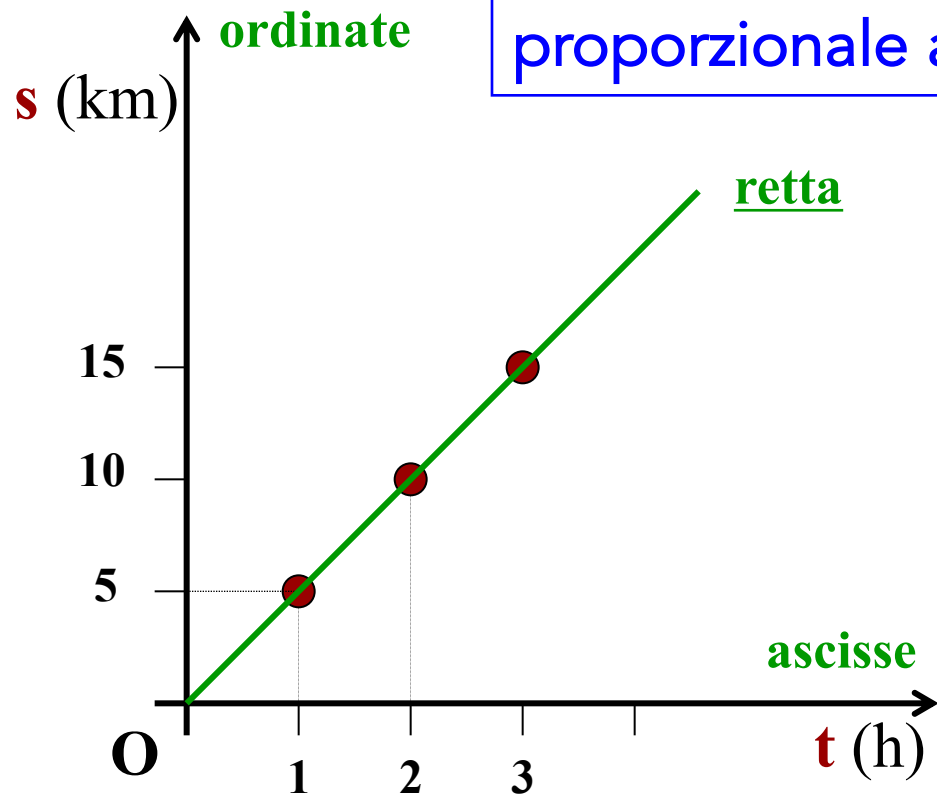
Esempio proporzionalità diretta: moto rettilineo uniforme

$$s = v \cdot t$$

$$[L] = \left[\frac{L}{t} \right] \cdot [t]$$

$$v = 5 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

t	s
1 h	5 km
2 h	10 km
3 h	15 km



Due grandezze fisiche X e Y si dicono **inversamente proporzionali** quando al crescere dell'una la seconda decresce nella stessa misura, ossia quando il loro prodotto è costante:

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

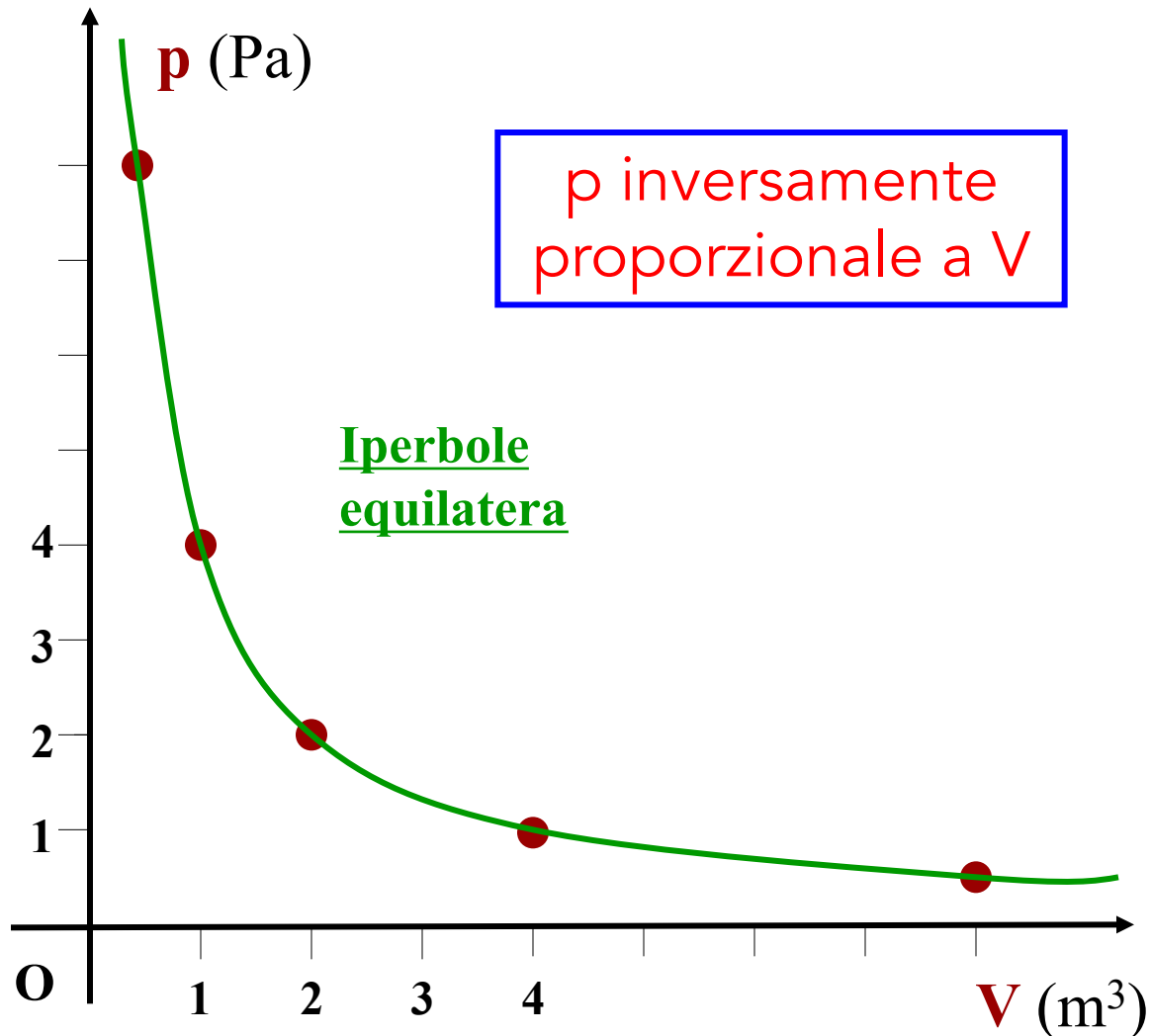
La curva che rappresenta la relazione di proporzionalità inversa tra X e Y è una iperbole equilatera.

Esempio proporzionalità inversa: legge di Boyle

$$pV = \text{cost}$$

V	p
1 m ³	4 Pa
2 m ³	2 Pa
3 m ³	4/3 Pa

$$\text{cost} = 4$$



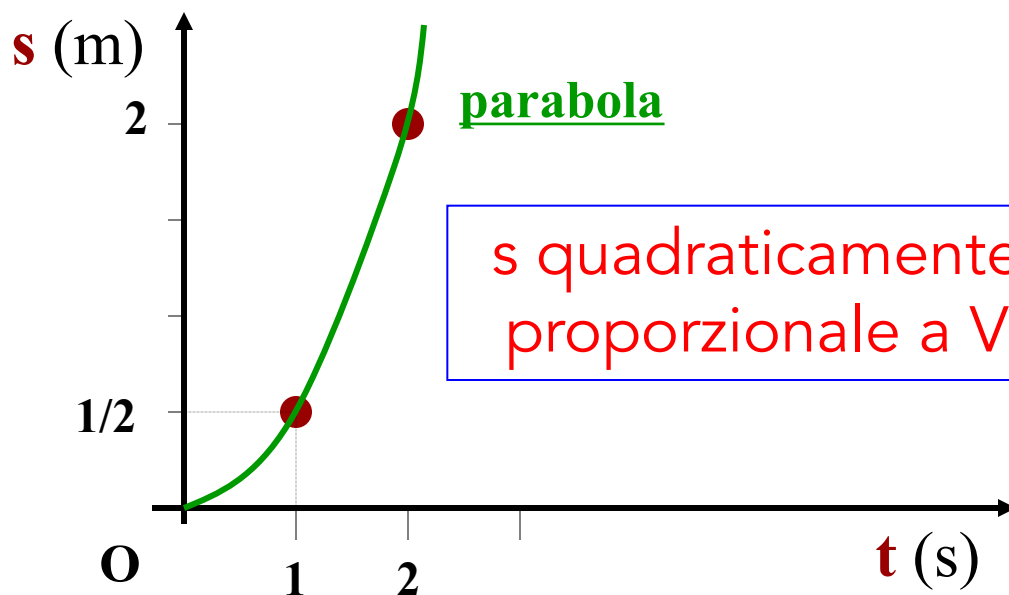
Esempio proporzionalità quadratica diretta: moto rettilineo uniformemente accelerato

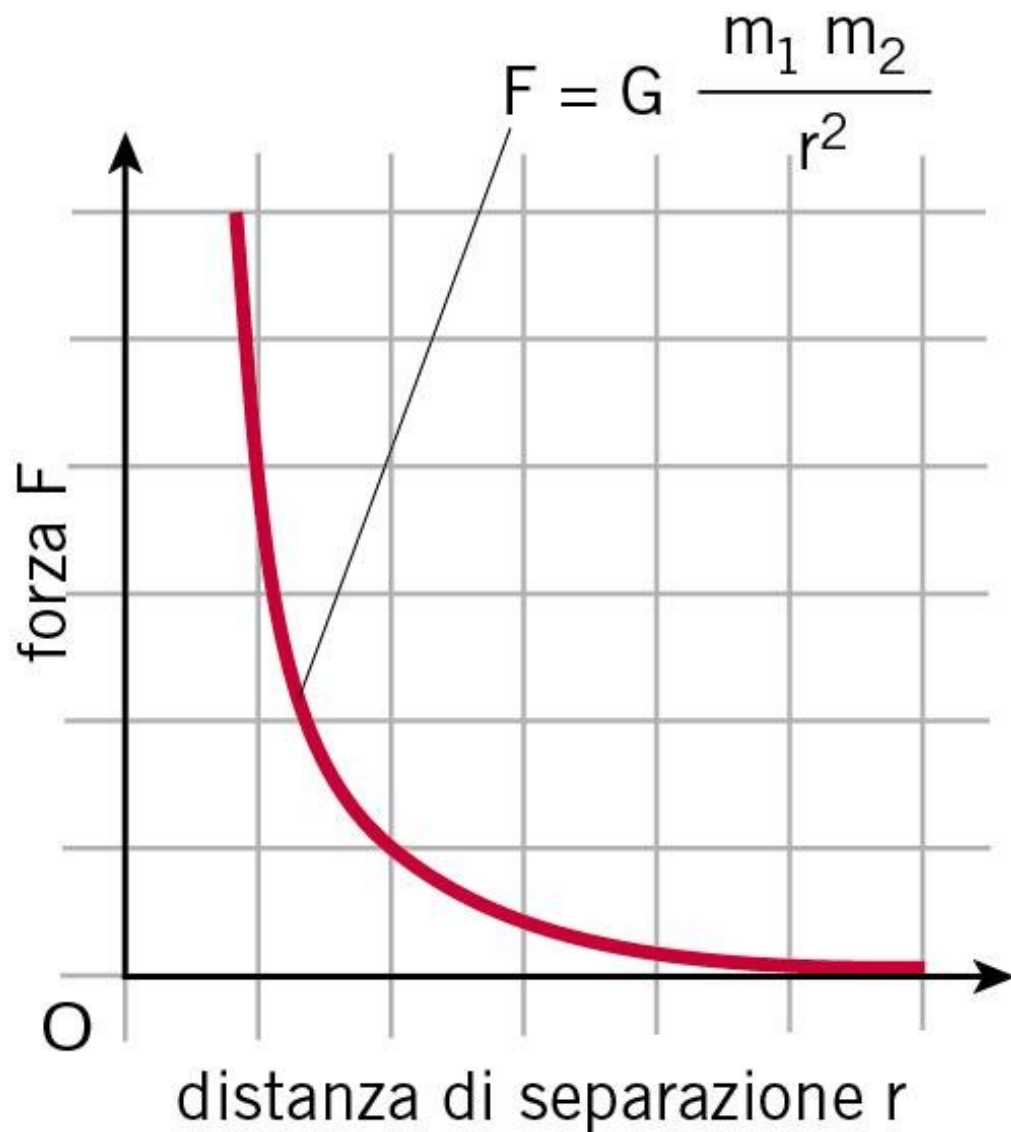
$$s = \frac{1}{2} a t^2$$

$$[L] = \left[\frac{L}{t^2} \right] [t^2]$$

t	s
1 s	0.5 m
2 s	2 m

$$a = 1 \text{ m/s}^2$$





Esempio
proporzionalità
quadratica inversa:
legge gravitazione
universale

Come si legge un grafico

Un grafico mostra “visivamente” come varia una grandezza al variare dell'altra.

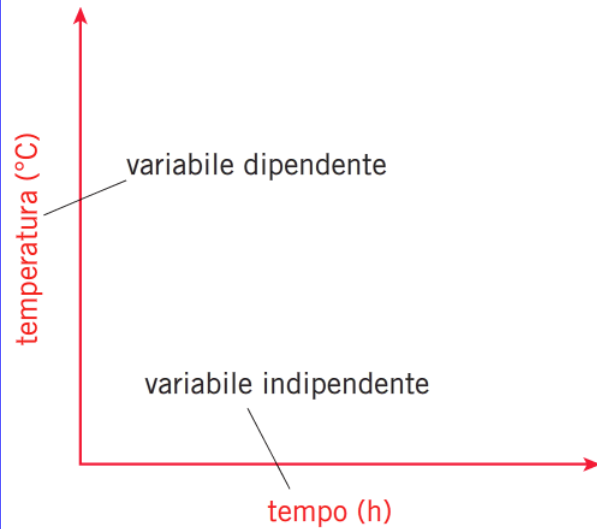
Per costruire un grafico si può partire da una tabella di dati o da una formula

Dalla tabella al grafico

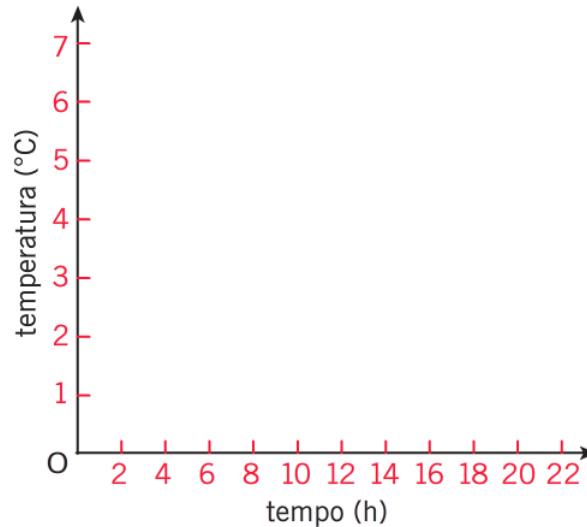
grandezza	intestazione	
	TEMPO (h)	TEMPERATURA (°C)
	0	4
	2	3
unità di misura	4	3
	6	2
	8	1
	10	2
	12	6
	14	7

Temperatura in
funzione del tempo

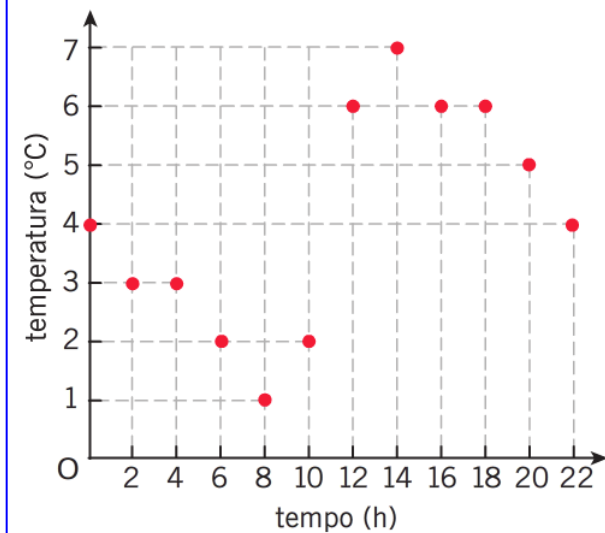
A Per costruire il grafico: si tracciano gli assi e per ciascuno si scrivono grandezza e unità di misura;



B si scelgono, a seconda dei dati, la scala sull'asse orizzontale e quella sull'asse verticale;



C si riportano nel piano cartesiano le coppie di valori: ciascuna di esse individua un punto.



L'asse orizzontale (asse delle *ascisse*) rappresenta la variabile *indipendente*, quello verticale (asse delle *ordinate*) la variabile *dipendente*.

La scala si sceglie in modo da distribuire i dati sullo spazio a disposizione:

- un'unità in orizzontale → 2 h, cioè 2 ore (scala orizzontale);
- un'unità in verticale → 1 °C, cioè un grado Celsius (scala verticale).

Le tacche sugli assi sono in corrispondenza a numeri semplici:

2, 4, 6... in orizzontale;

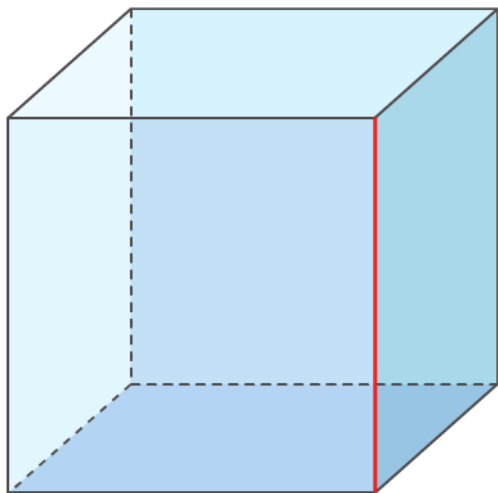
1, 2, 3... in verticale.

Dalla formula al grafico

Mentre la tabella contiene un numero finito di dati, la formula, invece, ci permette di raccogliere un numero infinito di dati.

A Data la **formula** del volume del cubo:

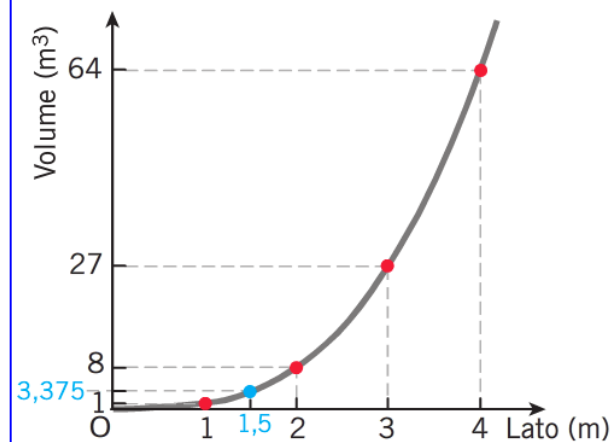
$$V = l^3,$$



B costruiamo una delle possibili **tabelle**, assegnando al lato i valori 1, 2, 3... metri.

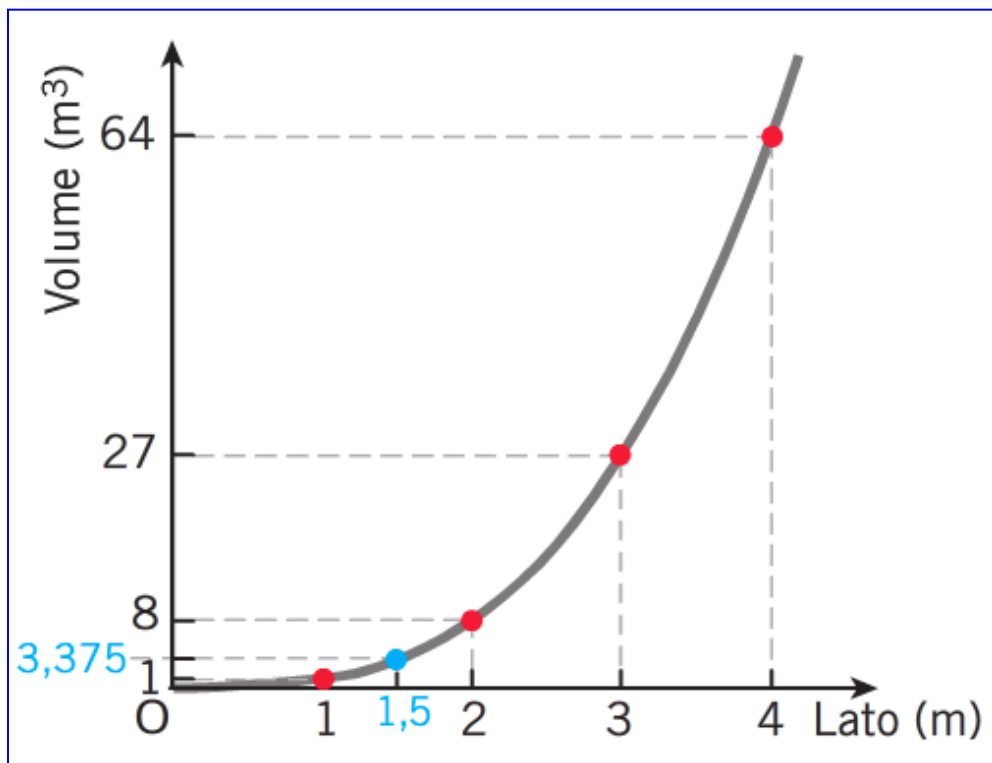
Lato (m)	Volume (m ³)
1	1
2	8
3	27
4	64

C Rappresentiamo i dati della tabella in un **grafico** e congiungiamo con una linea continua i punti.



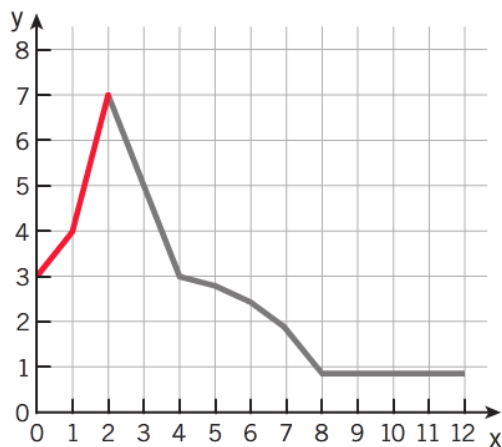
Partendo dalla formula, possiamo controllare che la linea tracciata sia giusta, ossia che passi davvero per i punti individuati.

Per esempio, al lato $l=1,5$ m corrisponde il volume $V=l^3=(1,5)^3=3,375$ m³. Quindi, il grafico deve passare per il punto di coordinate $(1,5;3,375)$. Se non succede, dobbiamo correggere la curva.

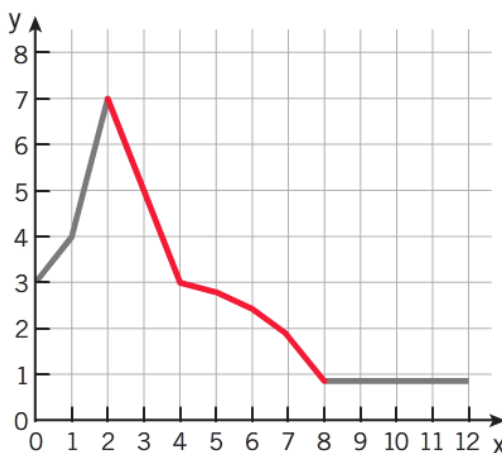


Leggere un grafico significa descrivere come varia la grandezza y (variabile dipendente) dell'asse verticale, al variare della grandezza x (variabile indipendente) dell'asse orizzontale.

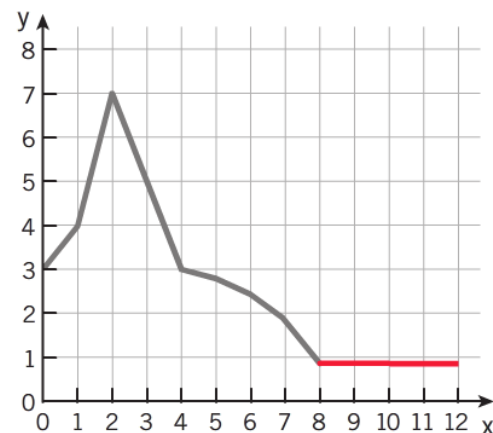
A La grandezza y aumenta quando x va da 0 a 2 e raggiunge il valore massimo per $x = 2$.



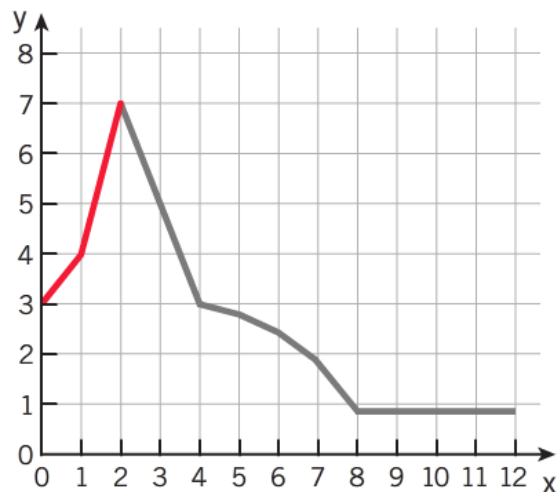
B y diminuisce, prima rapidamente (per x da 2 a 4), poi lentamente (per x da 4 a 8).



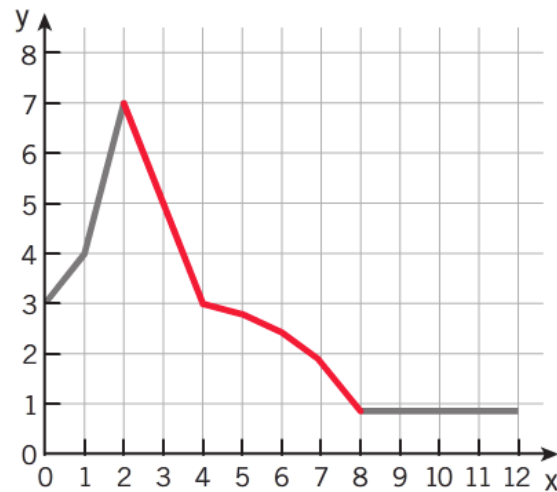
C Dal valore minimo, che raggiunge quando $x = 8$, la y resta costante per x da 8 a 12.



A La grandezza y aumenta quando x va da 0 a 2 e raggiunge il valore massimo per $x = 2$.



B y diminuisce, prima rapidamente (per x da 2 a 4), poi lentamente (per x da 4 a 8).



C Dal valore minimo, che raggiunge quando $x = 8$, la y resta costante per x da 8 a 12.

