

1 LE MISURE

1.1 grandezze fisiche, campioni e unità di misura

Conferenza
Generale dei
Pesi e delle
Misure

1.2 il sistema internazionale di unità di misura

tabella 1.1 pag 2 Unità fondamentali del Sistema Internazionale

Grandezze	Unità SI	
	Nome	Simbolo
Tempo	secondo	s
Lunghezza	metro	m
Massa	Kilogrammo	kg
Quantità di materia	mole	mol
Temperatura termodinamica	Kelvin	K
Corrente elettrica	Ampere	A
Intensità luminosa	candela	cd

tabella 1.2 pag 2

Prefissi per le unità SI

fattore	prefisso	simbolo	fattore	prefisso	simbolo
10^{18}	exa-	E	10^{-18}	atto-	a
10^{15}	peta-	P	10^{-15}	femto-	f
10^{12}	tera-	T	10^{-12}	pico-	p
10^9	giga-	G	10^{-9}	nano-	n
10^6	mega-	M	10^{-6}	micro-	μ
10^3	kilo-	k	10^{-3}	milli-	m
10^2	etto-	h	10^{-2}	centi-	c
10^1	deca-	da	10^{-1}	deci-	d

1.3 il campione di tempo

tabella 1.3, la misura di alcuni intervalli di tempo (valori approssimativi)

Intervallo di tempo	Secondi
Vita media del protone	$> 10^{40}$
Vita media del doppio decadimento β del ^{82}Se	$3 \cdot 10^{27}$
Età dell' Universo	$5 \cdot 10^{17}$
Età della piramide di Cheope	$1 \cdot 10^{11}$
Vita media dell' uomo	$2 \cdot 10^9$
Tempo di rivoluzione terrestre (1a)	$3 \cdot 10^7$
Tempo di rotazione terrestre (1d)	$9 \cdot 10^4$
Periodo di un'orbita bassa di satellite terrestre	$5 \cdot 10^3$
Tempo tra due battiti di cuore umano	$8 \cdot 10^{-1}$
Periodo di vibrazione di un diapason da concerto	$2 \cdot 10^{-3}$
Periodo di oscillazione di microonde (3cm)	$1 \cdot 10^{-10}$
Tipico periodo di rotazione di una molecola	$1 \cdot 10^{-12}$
Il più breve impulso di luce prodotto	$6 \cdot 10^{-15}$
Vita media delle particelle più instabili	$< 10^{-23}$

Il secondo è il tempo richiesto a una (specifica) radiazione emessa da uno (specifico) isotopo del cesio per effettuare 9 192 631 770 oscillazioni.

1.4 il campione di lunghezza

1 iarda = 0,9144 metri (esattamente)

1 in (pollice) = 2,54 cm (esattamente)

il metro è la lunghezza percorsa dalla luce nel vuoto in un intervallo di tempo pari a $1/(299\,792\,458)$ secondi. ovvero c (velocità della luce)

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

tabella 1.4, alcune misure di lunghezza

Lunghezza	Metri
Distanza del quasar + lontano osservato (1996)	$2 \cdot 10^{26}$
Distanza della galassia di Andromeda	$2 \cdot 10^{22}$
Raggio della Via Lattea	$6 \cdot 10^{19}$
Distanza della stella + vicina (Proxima Centauri)	$4 \cdot 10^{16}$
Raggio medio dell'orbita del pianeta + lontano (Plutone)	$6 \cdot 10^{12}$
Raggio del Sole	$7 \cdot 10^8$
Raggio della Terra	$6 \cdot 10^6$
Altezza del monte Everest	$9 \cdot 10^3$
Statura di una persona media	$2 \cdot 10^0$
Spessore di questa pagina	$1 \cdot 10^{-4}$
Lunghezza di un virus tipico	$1 \cdot 10^{-6}$
Raggio dell'atomo di idrogeno	$5 \cdot 10^{-11}$
Raggio efficace di un protone	$\sim 10^{-15}$

1.5 il campione di massa

tabella 1.5 alcune misure di massa (valori approssimativi)

Oggetto	Kilogrammi
Universo conosciuto (stima)	$1 \cdot 10^{53}$
La Via Lattea	$1 \cdot 10^{43}$
Il Sole	$2 \cdot 10^{30}$
La Terra	$6 \cdot 10^{24}$
La Luna	$7 \cdot 10^{22}$
Un transatlantico	$7 \cdot 10^7$
Un elefante	$5 \cdot 10^3$
Un uomo	$6 \cdot 10^1$
Un acino d'uva	$3 \cdot 10^{-3}$
Un granello di polvere	$7 \cdot 10^{-10}$
Un virus	$5 \cdot 10^{-15}$
Una molecola di penicillina	$5 \cdot 10^{-17}$
L'atomo di uranio	$4 \cdot 10^{-26}$
Il protone	$2 \cdot 10^{-27}$
L'elettrone	$9 \cdot 10^{-31}$

$1u = 1,661 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ vedi tabella 1.6 misure massa atomica

$N_A = 6,02214199 \cdot 10^{23} \frac{\text{atomi}}{\text{mole}}$

Numero di Avogadro

1.6 precisione
e cifre significative
1.7 analisi dimensionale

(spazio a tua disposizione x note capitolo 1 le misure)

2 moto in una dimensione

2.1 i vettori e la cinematica

vettori

cinematica

—	modulo
—	direzione
—	verso

dal greco *kínēsis*
movimento, come nella parola cinema

dinamica

dal greco *dýnamis*
forza, come nella parola dinamite

vettore posizione

$$\vec{r} = \vec{r}_1 + \vec{r}_2$$

2.2 proprietà dei vettori

componenti

$$a_x = a \cos \phi$$

$$a_x = a \cos \theta$$

$$a_x = a \cos \theta$$

$$a_y = a \sin \phi$$

$$a_y = a \sin \theta$$

$$a_y = a \sin \theta$$

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$$

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$$

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$$

$$\tan \phi = a_y / a_x$$

$$\tan \theta = \frac{a_y}{a_x}$$

$$\tan \theta = \frac{a_y}{a_x}$$

$$\vec{a} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j}$$

$$\vec{a} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j}$$

$$\vec{a} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j}$$

due vettori sono uguali solo se sono uguali le loro rispettive componenti.

Somma vettoriale

$$S_x \hat{i} + S_y \hat{j} = (a_x \hat{i} + a_y \hat{j}) + (b_x \hat{i} + b_y \hat{j}) = \\ = (a_x + b_x) \hat{i} + (a_y + b_y) \hat{j}$$

$$s_x \hat{i} + s_y \hat{j} = (a_x \hat{i} + a_y \hat{j}) + (b_x \hat{i} + b_y \hat{j}) = \\ = (a_x + b_x) \hat{i} + (a_y + b_y) \hat{j}$$

$$s_x \hat{i} + s_y \hat{j} = (a_x \hat{i} + a_y \hat{j}) + (b_x \hat{i} + b_y \hat{j}) = (a_x + b_x) \hat{i} + (a_y + b_y) \hat{j}$$

2.4	$S_x = a_x + b_x$	$S_y = a_y + b_y$
	$s_x = a_x + b_x$	$s_y = a_y + b_y$
	$s_x = a_x + b_x$	$s_y = a_y + b_y$

moltiplicazione di un vettore x uno scalare
 $\vec{c} \hat{a} \quad \frac{\vec{a}}{c} = \vec{a} \cdot \frac{1}{c}$ stessa direzione verso cambia cambia modulo ... se c è negativo

2.3 vettori posizione, velocità e accelerazione

$\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$ sono versori

$$\vec{r} = x \hat{i} + y \hat{j} + z \hat{k} \quad \text{posizione}$$

$$2.5 \quad \vec{r} = x \hat{i} + y \hat{j} + z \hat{k}$$

$$\vec{r} = x \hat{i} + y \hat{j} + z \hat{k}$$

$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$

$$2.6 \quad \Delta \vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$

$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$

velocità media

$$\overline{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \quad \overline{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \quad \text{ove } \Delta t = t_2 - t_1$$

$$\overline{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

velocità vettoriale istantanea

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

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

che ricorda la definizione matematica di derivata per cui...

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} \quad \vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

La derivata di un vettore equivale alla somma delle derivate di ciascuna componente

$$\frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{d}{dt}(x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}) = \frac{dx}{dt}\hat{i} + \frac{dy}{dt}\hat{j} + \frac{dz}{dt}\hat{k}$$

$$\frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{d}{dt}(x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}) = \frac{d}{dt}\hat{i} + \frac{d}{dt}\hat{j} + \frac{d}{dt}\hat{k}$$

$$\frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{d}{dt}(x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}) = \frac{d}{dt}\hat{i} + \frac{d}{dt}\hat{j} + \frac{d}{dt}\hat{k}$$

$$\frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{d}{dt}(x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}) = \frac{d}{dt}\hat{i} + \frac{d}{dt}\hat{j} + \frac{d}{dt}\hat{k}$$

quindi anche il vettore \vec{v} si può scrivere in termini di componenti

$$\vec{v} = v_x\hat{i} + v_y\hat{j} + v_z\hat{k} \quad \vec{v} = v_x\hat{i} + v_y\hat{j} + v_z\hat{k}$$

$$\vec{v} = v_x\hat{i} + v_y\hat{j} + v_z\hat{k}$$

{2.10 and 2.11 --> 2.12}

$$V_x = \frac{dx}{dt} \quad V_y = \frac{dy}{dt} \quad V_z = \frac{dz}{dt}$$

$$2.12 \quad v_x = \frac{dx}{dt} \quad v_y = \frac{dy}{dt} \quad v_z = \frac{dz}{dt}$$

$$v_x = \frac{dx}{dt}$$

$$v_y = \frac{dy}{dt}$$

$$v_z = \frac{dz}{dt}$$

pag 21 sul libro c'è una nota importante
riguardo la velocità $\left\{ \begin{array}{l} \text{vettoriale (velocity)} \\ \text{scalare (speed)} \end{array} \right.$
leggi! "tachimetro".

$$\text{velocità scalare media} = \frac{\text{lunghezza totale percorsa}}{\text{tempo trascorso}}$$

$$2.13 \quad \text{velocità scalare media} = \frac{\text{lunghezza totale percorsa}}{\text{tempo trascorso}}$$

$$\text{velocità scalare media} = \frac{\text{lunghezza totale percorsa}}{\text{tempo trascorso}}$$

accelerazione media

$$2.14 \quad \overline{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad \overline{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad \text{ove } \Delta v = v_{\text{finale}} - v_{\text{iniziale}}$$

$$\overline{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

accelerazione istantanea

$$2.15 \quad \vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad \vec{a} = \lim_{\Delta \vec{v} \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

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

derivata

$$2.16 \quad \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \quad \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

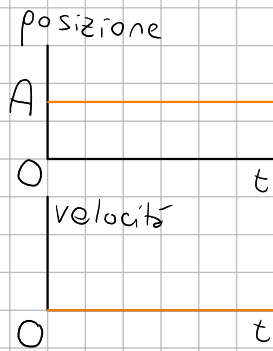
(analogia 2.12)

$$2.17 \quad a_x = \frac{dv_x}{dt} \quad a_y = \frac{dv_y}{dt} \quad a_z = \frac{dv_z}{dt}$$

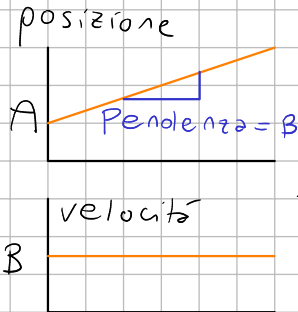
2.4 Cinematica unidimensionale

2.18	$x(t) = A$	$x(t) = A$	$x(t) = A$
2.19	$x(t) = A + Bt$	$x(t) = A + Bt$	$x(t) = A + Bt$
2.20	$x(t) = A + Bt + Ct^2$	$x(t) = A + Bt + Ct^2$	$x(t) = A + Bt + Ct^2$
2.21	$x(t) = D \cos(\omega t)$	$x(t) = D \cos(\omega t)$	$x(t) = D \cos(\omega t)$

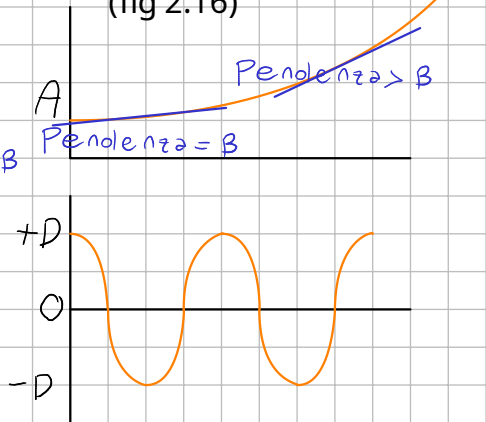
particella ferma
(fig 2.14)



moto a velocità costante
(fig 2.15)



moto accelerato
(fig 2.16)



1. particella ferma
2. moto a velocità costante
3. moto accelerato
4. auto che accelera e frena
5. corpo in caduta
6. pallina che cade e rimbalza

pag. 23, 24, 25 del libro

Equazioni di cinematica unidirezionale

$$2.22 \quad \overline{v}_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \quad \overline{v}_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

$$\overline{v}_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

$$2.23 \quad v_x = \frac{dx}{dt} \quad v_x = \frac{dx}{dt}$$

$$v_x = \frac{dx}{dt}$$

$$2.24 \quad \overline{a}_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{v_{2x} - v_{1x}}{t_2 - t_1} \quad \overline{a}_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{v_{2x} - v_{1x}}{t_2 - t_1}$$

$$\overline{a}_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{v_{2x} - v_{1x}}{t_2 - t_1}$$

$$2.25 \quad a_x = \frac{dv_x}{dt} \quad a_x = \frac{dv_x}{dt}$$

$$a_x = \frac{dv_x}{dt}$$

2.5 moto uniformemente accelerato

Se l'accelerazione è costante (Fig. 2.23a), le accelerazioni media e istantanea coincidono e l'equazione 2.14 ci permette di scrivere

$$a_x = \overline{a}_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{v_x - v_{0x}}{t - 0} \quad \text{che, risolto rispetto a } v_x, \text{ dà}$$

$$2.26 \quad v_x = v_{0x} + a_x t \quad v_x = v_{0x} + a_x t$$

$$v_x = v_{0x} + a_x t$$

$$2.27 \quad \overline{v}_x = \frac{1}{2}(v_x + v_{0x}) \quad \overline{v}_x = \frac{1}{2}(v_x + v_{0x})$$

$$\overline{v}_x = \frac{1}{2}(v_x + v_{0x})$$

{2.22, 2.26, 2.27, eliminando v_x e risolvendo rispetto a $x \rightarrow$ 2.28}

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

2.28 $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{1}{2}a_x t^2$

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

$$\frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt} \left(x_0 + v_{0x}t + \frac{1}{2}a_x t^2 \right) = v_{0x} + a_x t = v_x$$

Integrali delle equazioni del moto (Facoltativo)

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} \rightarrow dv_x = a_x dt$$

$$\int dv_x = \int a_x dt = a_x \int dt$$

$$v_x = a_x t + C$$

$$dx = v_x dt$$

$$\int dx = \int (v_{0x} + a_x t) dt = v_{0x} \int dt + a_x \int t dt$$

$$x = v_{0x}t + \frac{1}{2}a_x t^2 + C'$$

2.6 corpi in caduta libera

2.29 $v_y = v_{0y} - gt$

$$v_y = v_{0y} - gt$$

$$v_y = v_{0y} - gt$$

2.30 $y = y_0 + v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$

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

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

(spazio a tua disposizione x note capitolo 2 moto in 1D)