Libero Longo Fisica 2023-12-04

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 e` 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 e` la lunghezza percorsa dalla luce nel vuoto in un intervallo di tempo pari a 1/(299 792 458) secondi. ovvero c(velocità della luce)

$$c = 299792458 m/s$$ (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	$9 \cdot 10^{-31}$

$1u = 1{,}661 \cdot 10^{-27}$ kg

unità di massa atomica

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)

Libera Longo FISICA 2023-12-04 -06

2 moto in una dimensione

2.1 i vettori e la cinematica

vettori
- modulo
- direzione
- verso

cinematica

dal greco kínesis 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

2.1

$a_x = a \cos \phi$

```
a_x = a \cos \theta
```

$$a_x = a \cos \theta$$

$a_y = a \sin \phi$

```
a_y = a \sin \theta
```

$$a_y = a \sin \theta$$

2.2

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

```
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}
```

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

2.3

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

```
\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

$$S_x \hat{\imath} + S_y \hat{\jmath} = (a_x \hat{\imath} + a_y \hat{\jmath}) + (b_x \hat{\imath} + b_y \hat{\jmath}) =$$
$$= (a_x + b_x)\hat{\imath} + (a_y + b_y)\hat{\jmath}$$

s_x \hat i + s_y = (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

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

$$S_x = a_x + b_x \qquad S_y = a_y + b_y$$

2.4 s_x = a_x + b_x   s_y = a_y + b_y

$$s_x = a_x + b_x \qquad s_y = a_y + b_y$$

moltiplicazione di un vettore x uno scalare

$c\vec{a}$ $\quad \frac{\vec{a}}{c} = \vec{a} \cdot \frac{1}{c}$ stessa direzione verso cambia cambia modulo ... se c è negativo

2.3 vettori posizione, velocita` e accelerazione

$\hat{\imath}, \hat{\jmath}, \hat{k}$ sono versori

$$\vec{r} = x\hat{\imath} + y\hat{\jmath} + z\hat{k}$$ posizione

2.5 \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 \triangle \vec r = \vec r_2 - \vec r_1

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

velocita` media

2.7

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

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

ove $\Delta t = t_2 - t_1$

\overline v = \frac {\triangle \vec r}{\triangle t}

velocita` vettoriale istantanea

2.8

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

$$\vec v = \lim_{\triangle t \to 0} \frac{\triangle \vec r}{\triangle t}$$

\vec v = \lim_{\triangle t \to 0} \frac{\triangle \vec r}{\triangle t}

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

2.9

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

$$\vec v = \frac{\mathrm d \vec r}{\mathrm d t}$$

\vec v = \frac{\mathrm d \vec r}{\mathrm d t}

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

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

2.10

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

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

quindi anche il vettore v si puo` scrivere in termini di componenti

2.11

$$\vec V = V_x \hat i + V_y \hat j + V_z \hat k$$

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

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

{2.10 and 2.11 --> 2.12}

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

2.12 $$v_x = \frac{\mathrm d x}{\mathrm d t} \qquad v_y = \frac{\mathrm d y}{\mathrm d t} \qquad v_z = \frac{\mathrm d z}{\mathrm d t}$$

v_x = \frac{\mathrm d x}{\mathrm d t}

v_y = \frac{\mathrm d y}{\mathrm d t}

v_z = \frac{\mathrm d z}{\mathrm d t}

pag 21 sul libro c'è una nota importante riguardo la velocità — vettoriale (velocity) \ scalare (speed) leggila! "tachimetro".

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

2.13 $$velocita`\;scalare\;media = \frac{lunghezza\;totale\;percorsa}{tempo\;trascorso}$$

velocita`\;scalare\;media = \frac{lunghezza\;totale\;percorsa}{tempo\;trascorso}

accelerazione media

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

2.14 $$\overline a = \frac {\triangle v}{\triangle t}$$

ove $\Delta v = v_{finale} - v_{iniziale}$

\overline a = \frac {\triangle v}{\triangle t}

accelerazione istantanea

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

2.15 $$\vec a = \lim_{\triangle \vec v \to 0}\frac{\triangle \vec v}{\triangle t}$$

\vec a = lim_{\triangle \vec v \to 0}\frac{\triangle \vec v}{\triangle t}

derivata

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

2.16 $$\vec a = \frac{\mathrm d \vec v}{\mathrm d t}$$

\vec a = \frac{\mathrm d \vec v}{\mathrm d ta}

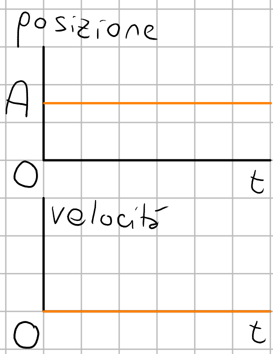
(analogia 2.12)

2.17 $$a_x = \frac{\mathrm d v_x}{\mathrm d t} \qquad a_y = \frac{\mathrm d v_y}{\mathrm d t} \qquad a_z = \frac{\mathrm d v_z}{\mathrm d t}$$

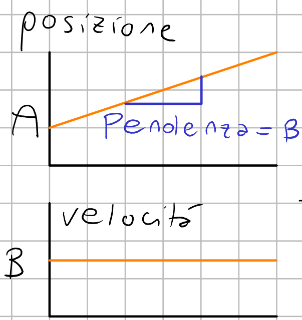
2.4 Cinematica unidimensionale

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)

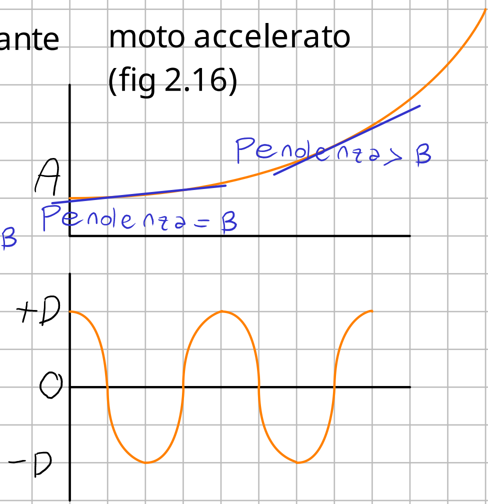
psarticella ferma
(fig 2.14)



moto a velocita` costante
(fig 2.15)



moto accelerato
(fig 2.16)



1. particella ferma
2. moto a velcita` 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 $\bar{v}_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$ $$\overline v_x = \frac{\triangle x}{\triangle t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

\overline v_x = \frac{\triangle x}{\triangle t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}

2.23 $v_x = \frac{dx}{dt}$ $$v_x = \frac{\mathrm d x}{\mathrm d t}$$

v_x = \frac{\mathrm d x}{\mathrm d t}

2.24 $\bar{a}_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{v_{2x} - v_{1x}}{t_2 - t_1}$ $$\overline a_x = \frac{\triangle v_x}{\triangle t}= \frac{ v_{2x} - v_{1x} }{t_2 - t1}$$

\overline a_x = \frac{\triangle v_x}{\triangle t}=
\frac{ v_{2x} - v_{1x} }{t_2 - t1}

2.25 $a_x = \frac{dv_x}{dt}$ $$a_x = \frac{\mathrm d v_x}{\mathrm d t}$$

a_x = \frac{\mathrm d v_x}{\mathrm d t}

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

$$a_x = \overline a_x = \frac{\triangle v_x}{\triangle t} = \frac{v_x - v_{0x}}{t - 0}$$

che, risolta rispetto a v_x, dà

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

v_x = v_{0x} + a_x t

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

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

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

{2.22, 2.26, 2.27, eliminando v_x e risolvendo rispetto a x --> 2.28}

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

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

$$\frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt}\left(x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a_x t^2\right) = v_{0x} + a_x t = v_x$$

Integrali delle equazioni del moto (Facoltativo)

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

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

$$v_x = a_x + C$$

$$dx = v_x\, dt$$

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

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

2.6 corpi in caduta libera

2.29
$$v_y = v_{0y} - g t$$

v_y = v_{0y} - g t

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

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

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

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

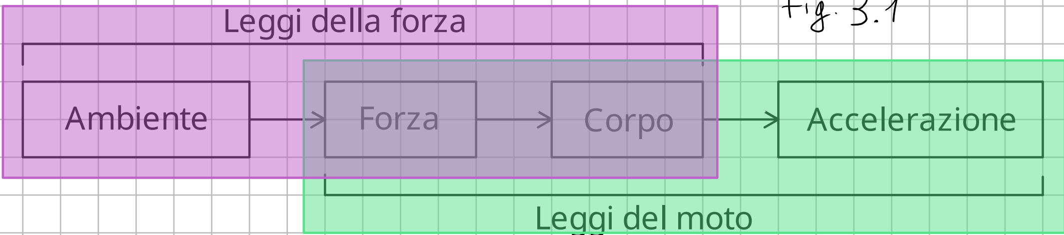
(spazio a tua disposizione x note capitolo 2 moto in 1D)

Libera Longo FISICA 2023-12-06

3 FORZA E LEGGI DI NEWTON

3.1 meccanica classica

tabella 3.1 esempi moto accelerato e cause principali (vedi)
fig. 3.1



3.2 prima Legge di Newton

Se eliminassimo totalmente l'attrito, il corpo in moto continuerebbe a muoversi indefinitamente a velocita` costante in direzione rettilinea
Certo che occorre una forza esterna per avviare il moto del corpo, ma per mantenerlo in moto uniforme non occorre alcuna forza.

non c'e` distinzione tra un corpo libero da forze esterne e uno soggetto a forze esterne la cui risultante risulta pari a zero. Talvolta indicheremo questa risultante delle forze esterne col termine di forza netta.

Newton ha assunto questo principio come prima legge del moto:

> Considerate un corpo su cui agisca una forza netta nulla.
> Se il corpo e` a riposo, in tale condizione rimane.
> Se invece e` in moto, esso continuera` a procedere con velocita` vettoriale costante.

La prima legge e i sistemi di riferimento

Ciascun osservatore costituisce un sistema di riferimento.
Un sistema di riferimento implica l'esistenza di coordinate spaziali e di orologi, che consentano all'osservatore di determinare le posizioni, le velocita` e le accelerazioni nel proprio particolare sistema di riferimento. Di conseguenza osservatori in diversi sistemi di riferimento possono misurare accelerazioni o velocita` differenti.

Possiamo dire che in generale l'accelerazione dipende dal sistema di riferimento nel quale viene misurata. Le leggi della meccanica classica sono valide pero` solamente in quei sistemi di riferimento in cui tutti gli osservatori misurano la medesima accelerazione per un corpo in movimento.

quando un corpo e` soggetto a una forza risultante nulla e` possibile individuare una classe di riferimenti rispetto ai quali la sua accelerazione e` zero.

La naturale tendenza dei corpi a mantenere il loro stato di quiete o di moto rettilineo uniforme e` chiamata inerzia. Per questo la prima legge di Newton e` detta anche legge d'inerzia e i sistemi di riferimento nei quali e` valida si chiamano inerziali.

Per assicurarci che un certo riferimento sia un sistema inerziale, collochiamo un corpo in quiete rispetto al sistema di riferimento e verifichiamo che su di esso agisca una forza risultante nulla. Se il corpo non sta fermo, il sistema di riferimento non e` inerziale. Parimenti proviamo a disporre il corpo, sempre soggetto a una forza risultante nulla, in moto rettilineo uniforme; se la sua velocita` cambia, o in modulo o in direzione o in verso, il sistema di riferimento non e` inerziale. Un riferimento che invece sia in grado di superare positivamente queste due prove e` un sistema inerziale.