

Fisica Generale I

Introduzione alla fisica

Fisica 1
F.Bloisi

v10 1.0.--

[Inquadramento]

- »» **Presentazione del corso**
scopo ed organizzazione del corso, del materiale didattico e degli esami
- »» **Introduzione alla fisica**
introduzione alla fisica ed al metodo sperimentale
- »» **Cinematica del punto materiale**
descrizione del moto di un punto materiale
- »» **Dinamica del punto materiale**
principi della dinamica, forze, lavoro ed energia, urti, leggi di conservazione
- »» **Meccanica dei sistemi (cenni)**
sistemi di punti materiali, sistemi rigidi, fluidi
- »» **Termodinamica (cenni)**
temperatura e scambi di calore, gas perfetti, 1° principio della termodinamica

----- Materiale didattico reperibile su people.na.infn.it/bloisi -----

Fisica Generale I

Introduzione alla fisica

Fisica 1
F.Bloisi

v10 1.0.00

[Inquadramento]

Introduzione alla fisica

La fisica ed il metodo sperimentale
Un punto nello spazio e nel tempo
Grandezze scalari e grandezze vettoriali

Esempi ed applicazioni

Come impostare e svolgere un esercizio
Esercizi introduttivi

Introduzione alla fisica

La fisica ed il metodo sperimentale

Fisica 1
F.Bloisi

v10 1.1.--

[Inquadramento]

Introduzione alla fisica

La fisica ed il metodo sperimentale

Un punto nello spazio e nel tempo

Grandezze scalari e grandezze vettoriali

Esempi ed applicazioni

Come impostare e svolgere un esercizio

Esercizi introduttivi

----- Materiale didattico reperibile su people.na.infn.it/bloisi -----

La fisica ed il metodo sperimentale

Indice

Fisica 1
F.Bloisi

v10 1.1.00

[Indice]

La fisica

Il metodo sperimentale

I campi di indagine della fisica

Teoria fisica / Modello matematico / Limiti di validità

Definizione operativa / Unità di misura

Sistemi di unità di misura

[Consultazione] [Il Sistema Internazionale \(SI\)](#)

[Consultazione] [Unità di misura utilizzate in meccanica](#)

Angolo piano / Radianti

Angolo solido / Steradiani

Multipli / Sottomultipli

Cifre decimali / Cifre significative

Valori numerici

[Approfondimento] [Numeri razionali / Numeri reali](#)

[Approfondimento] [Numeri complessi](#)

Errore assoluto / Errore relativo

Propagazione dell'errore

Arrotondamento

Dimensioni / Verifica dimensionale

Rappresentazione grafica di un valore numerico

Rappresentazione grafica di una funzione

La fisica ed il metodo sperimentale

La fisica

Fisica 1
F.Bloisi

v08 1.1.01

Fisica

studio dei fenomeni naturali condotto con *metodo scientifico* (o *metodo sperimentale*)

Metodo sperimentale

- Osservazione (esperimento)
 - osservazioni empiriche ed esperimenti “ad hoc”, ossia condotti in condizioni ideali
- Induzione (dall'esperimento alla teoria)
 - dalle osservazioni si ricavano le *leggi fisiche* e le *teorie fisiche* (ed i *modelli matematici*)
- Deduzione (dalla teoria all'esperimento)
 - sviluppando ed applicando le teorie fisiche si fanno delle previsioni
- Verifica (esperimento)
 - le previsioni vengono confrontate con i risultati di nuovi esperimenti

Ciò che caratterizza la fisica non è tanto ciò che viene studiato quanto il metodo con cui viene condotto lo studio.

fisica

etimologicamente deriva dal greco “φύσις” (natura)

empirico

che si fonda esclusivamente sull'esperienza

sperimentale

che acquisisce e conferma le proprie conoscenze mediante esperimenti

induzione

processo logico che porta dal particolare al generale

deduzione

processo logico che porta dal generale al particolare

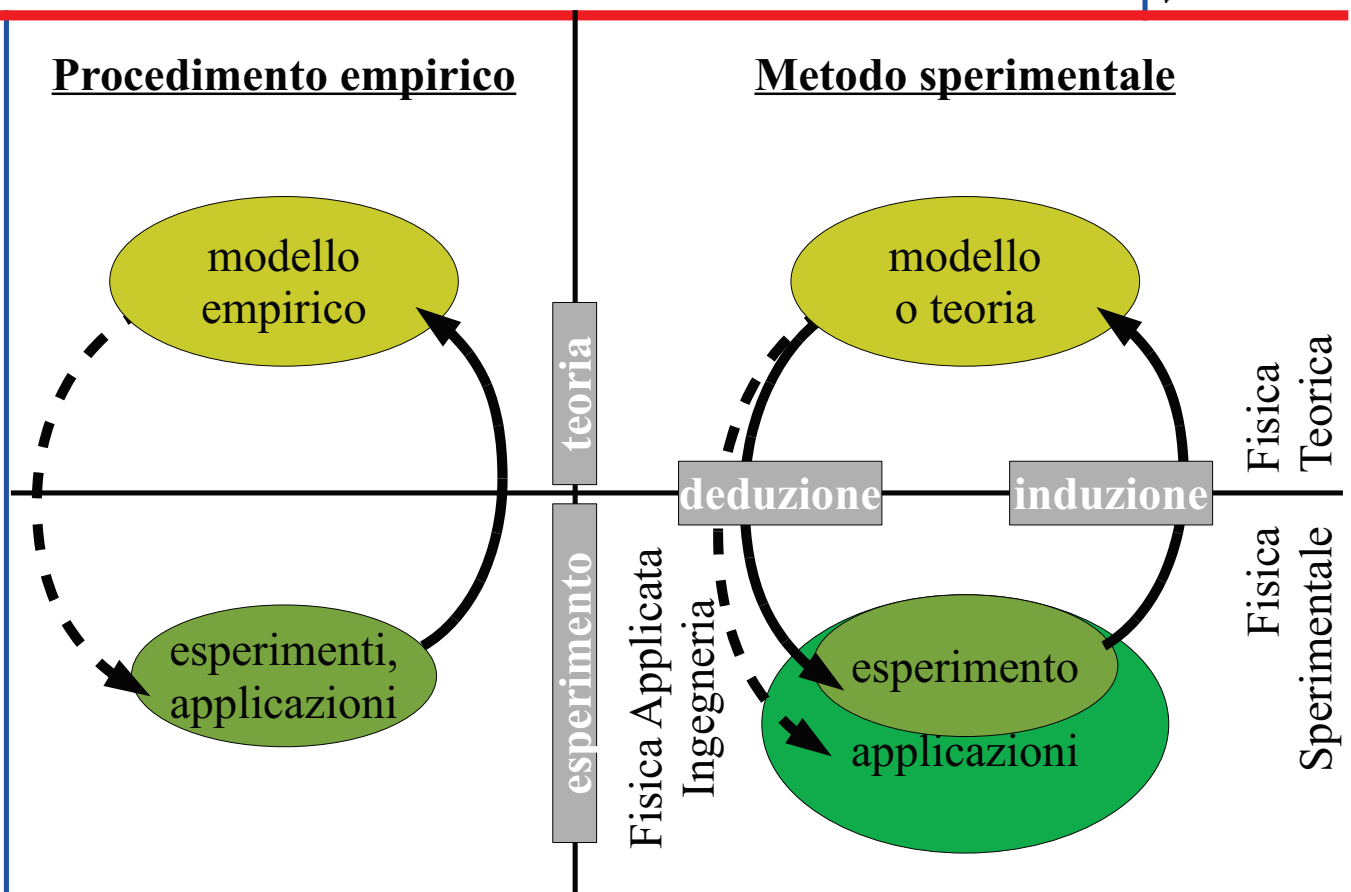
----- Materiale didattico reperibile su people.na.infn.it/bloisi -----

La fisica ed il metodo sperimentale

Il metodo sperimentale

Fisica 1
F.Bloisi

v08 1.1.02



La fisica ed il metodo sperimentale

I campi di indagine della fisica

Fisica 1
F.Bloisi

v08 1.1.03

A differenza di altre branche della conoscenza che pure adottano, in campi specifici, per quanto possibile, il metodo sperimentale, la fisica limita il suo campo di indagine a ciò che può essere studiato applicando rigorosamente il metodo sperimentale.

La fisica e le altre scienze

Biofisica
Chimica fisica
Fisica medica
Geofisica
...
Fisica applicata
Ingegneria
...

Campi di indagine della Fisica
Fisica classica
Fisica moderna

Meccanica classica

studio del moto degli oggetti materiali (include lo studio dei fluidi e delle onde elastiche)

Termodinamica classica

studio dei fenomeni connessi con la temperatura e gli scambi di calore

Elettromagnetismo

studio dei fenomeni connessi con le cariche elettriche (include lo studio delle onde elettromagnetiche e dell'ottica)

Meccanica quantistica

... ..

Meccanica relativistica

... ..

----- Materiale didattico reperibile su people.na.infn.it/bloisi -----

La fisica ed il metodo sperimentale

Teoria fisica / Modello matematico / Limiti di validità

Fisica 1
F.Bloisi

v08 1.1.04

Legge fisica o “principio”

formalizzazione di osservazioni sperimentali, di particolare rilevanza, utilizzata come base per la costruzione di una teoria fisica

Teoria fisica

un insieme coerente di un piccolo numero di *leggi fisiche* o “*principi*” che sono in grado di descrivere una gamma di fenomeni molto più ampia di quelli utilizzati per formulare le *leggi fisiche* (aneddoto di Newton e della mela)

Modello matematico

per “manipolare” le “entità fisiche” trattate da una *teoria fisica* si utilizzano delle relazioni matematiche il cui insieme costituisce un *modello matematico*

Limiti di validità

una *teoria fisica* / *modello matematico* ha validità molto più ampia dei dati di fatto sperimentali di partenza ma ha comunque dei *limiti di validità*

Importante: limiti di validità della meccanica classica

- per velocità paragonabili a quella della luce nel vuoto → meccanica relativistica
- per dimensioni confrontabili a quelle atomiche → meccanica quantistica

$$c = 0.300 \cdot 10^9 \text{ m/s} = 83.3 \cdot 10^6 \text{ km/h} \quad a_0 = 52.9 \cdot 10^{-12} \text{ m}$$

Una legge/teoria fisica deve essere formulata in maniera da risultare indipendente dall'“osservatore”

per ottenere ciò

- viene formulata in termini matematici
- le *grandezze fisiche* utilizzate devono essere espresse in termini numerici per ottenere ciò
 - *definizione operativa*
 - *unità di misura*

Definizione operativa (di una grandezza fisica)

tale da fornire un procedimento fisicamente realizzabile (anche se talvolta non è il più comodo e quindi poco utilizzato nella pratica) che consente di ottenere una misura quantitativa

Unità di misura

una particolare occorrenza della grandezza fisica considerata cui è arbitrariamente assegnato il valore unitario

Importante: l'unità di misura (la cui scelta è arbitraria) deve essere sempre indicata subito dopo il valore numerico: $h=297$ mm, $h=11.7$ in

----- Materiale didattico reperibile su people.na.infn.it/bloisi -----

Unità di misura fondamentali/derivate

- fondamentali: definite in maniera diretta
- derivate: definite utilizzando relazioni matematiche/geometriche o leggi fisiche

Sistema di unità di misura

un insieme di un numero molto piccolo di unità di misura definite con elevata precisione, utilizzate per ricavare le unità di misura di tutte le grandezze fisiche

Sistema anglosassone

nato nei paesi anglosassoni, attualmente ha anche lì un uso limitato

Es.: pollice (simbolo: in), ovvero “inch”, per la lunghezza

Sistema Internazionale (SI)

il suo uso è, anche per ragioni di carattere legale, molto diffuso

Importante: in questo corso si utilizzerà il **SI** le cui unità fondamentali utilizzate in meccanica sono:

- secondo (simbolo: s) per il tempo
- metro (simbolo: m) per la lunghezza
- chilogrammo (simbolo: kg) per la massa

La fisica ed il metodo sperimentale

Il Sistema internazionale (SI)

Fisica 1
F.Bloisi

v10 1.1.07

[Consultazione]

Unità SI fondamentali	Grandezza fisica		Unità SI	
	lunghezza	L	metro	m
	massa	M	chilogrammo	kg
	tempo	T	secondo	s
	numero di entità	N	mole	mol
	temperatura	Θ	Kelvin	K
	intensità luminosa	J	candela	cd
	intensità di corrente	I	ampere	A

Unità SI accessorie	Grandezza fisica		Unità SI	
	angolo piano	[L ⁰ M ⁰ T ⁰]	radiante	rad
	angolo solido	[L ⁰ M ⁰ T ⁰]	steradiano	sr

Unità non-SI ammesse	Grandezza fisica		Unità non-SI	
	angolo piano			
	grado sessagesimale	1° = (π/180)	rad	
	minuto di angolo	1' = (1/60)	°	
	secondo di angolo	1" = (1/60)	"	
	pressione	bar	1 bar = 10 ⁵	Pa
	massa	tonnellata	1 t = 10 ³	kg
	tempo	minuto	1 min = 60	s
		ora	1 h = 60	min
		giorno	1 d = 24	h
	volume	litro	1 l = 1 L = 10 ⁻³	m ³

SI: multipli e sottomultipli

	simbolo	nome
10 ⁻²⁴	y	yocto
10 ⁻²¹	z	zepto
10 ⁻¹⁸	a	atto
10 ⁻¹⁵	f	femto
10 ⁻¹²	p	pico
10 ⁻⁹	n	nano
10 ⁻⁶	μ	micro
10 ⁻³	m	milli
10 ⁻²	c	centi
10 ⁻¹	d	deci
10	da	deca
10 ²	h	etto
10 ³	k	chilo
10 ⁶	M	mega
10 ⁹	G	giga
10 ¹²	T	tera
10 ¹⁵	P	peta
10 ¹⁸	E	exa
10 ²¹	Z	zetta
10 ²⁴	Y	yotta

Materiale didattico reperibile su people.na.infn.it/bloisi

La fisica ed il metodo sperimentale

Unità di misura utilizzate in meccanica

Fisica 1
F.Bloisi

v10 1.1.08

[Consultazione]

SI: unità di misura derivate (meccanica)	Grandezza fisica		Dimensioni		Unità SI	
	velocità		[L ¹ M ⁰ T ⁻¹]		m/s	
	accelerazione		[L ¹ M ⁰ T ⁻²]		m/s ²	
	forza		[L ¹ M ¹ T ⁻²]		kg m/s ²	N Newton
	lavoro, energia		[L ² M ¹ T ⁻²]		N m	J Joule
	potenza		[L ² M ¹ T ⁻³]		J/s	W Watt
	momento di una forza		[L ² M ¹ T ⁻²]		N m	
	velocità angolare		[L ⁰ M ⁰ T ⁻¹]		rad/s	
	accelerazione angolare		[L ⁰ M ⁰ T ⁻²]		rad/s ²	
	momento di inerzia		[L ² M ¹ T ⁰]		kg m ²	
	quantità di moto		[L ¹ M ¹ T ⁻¹]		kg m/s	
	momento angolare		[L ² M ¹ T ⁻¹]		kg m ² /s	
	frequenza		[L ⁰ M ⁰ T ⁻¹]		1/s	Hz Hertz
	pulsazione		[L ⁰ M ⁰ T ⁻¹]		rad/s	
	massa volumica (densità di massa di volume, densità)		[L ⁻³ M ¹ T ⁰]		kg/m ³	
	massa superficiale (densità di massa di superficie)		[L ⁻³ M ¹ T ⁰]		kg/m ²	
	massa lineare (densità di massa di linea)		[L ⁰ M ⁰ T ⁻¹]		kg/m	
	pressione		[L ⁻¹ M ¹ T ⁻²]		N/m ²	Pa Pascal

Angolo piano

la parte di piano (in effetti due) individuata da due semirette che hanno un estremo in comune (detto vertice)

Radiani

per misurare un angolo in radianti (simbolo: rad) si considera una circonferenza di raggio arbitrario e centro nel vertice e si calcola il rapporto

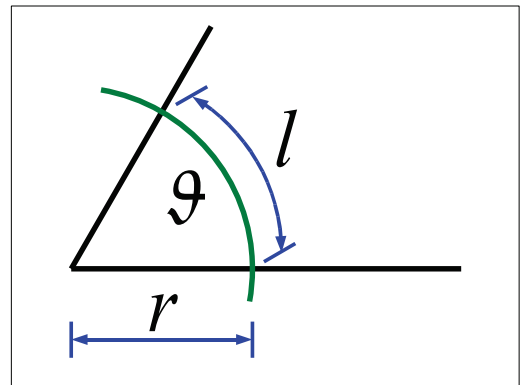
$$\vartheta = l/r$$

tra

- lunghezza dell'arco di circonferenza sotteso dall'angolo
- lunghezza del raggio della circonferenza

$$\text{Angolo giro: } (2\pi r)/r = 2\pi \text{ rad} = 360^\circ$$

$$\text{Conversione: } \begin{aligned} \vartheta_{\text{in radianti}} &= \vartheta_{\text{in gradi}} \pi/180 \\ \vartheta_{\text{in gradi}} &= \vartheta_{\text{in radianti}} 180/\pi \end{aligned}$$



Importante:

è indispensabile misurare gli angoli in radianti quando non compaiono come argomento di una funzione trigonometrica

$$\begin{aligned} &\sin(\vartheta) \quad \tan(\alpha) \\ v_{\text{media}} &= r(\vartheta_2 - \vartheta_1)/(t_2 - t_1) \end{aligned}$$

----- Materiale didattico reperibile su people.na.infn.it/bloisi -----

Angolo solido

la parte di spazio (in effetti due) individuata da un fascio di semirette che hanno un estremo in comune (detto vertice) e che toccano una curva

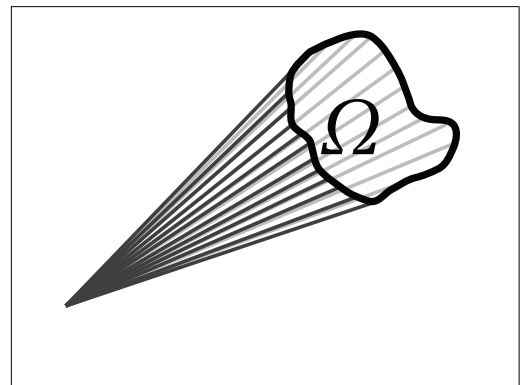
Steradiani

per misurare un angolo in radianti (simbolo: sr) si considera una sfera di raggio arbitrario e centro nel vertice e si calcola il rapporto

$$\Omega = s/r^2$$

tra

- la superficie sferica sottesa dall'angolo
- raggio al quadrato della circonferenza



Angolo solido totale:

$$\frac{4\pi r^2}{r^2} = 4\pi \text{ sr}$$

per misurare oggetti molto più grandi / piccoli dell'unità di misura adottata si

Notazione esponenziale

$$0.00000567 \text{ m} = 5.67 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$56700000 \text{ m} = 56.7 \cdot 10^6 \text{ m}$$

Multipli / Sottomultipli

$$0.00000567 \text{ m} = 5.67 \mu\text{m}$$

$$56700000 \text{ m} = 56.7 \text{ Mm}$$

I principali multipli/sottomultipli utilizzati nel SI sono

m	=	10^{-3}	milli	k	=	10^{+3}	kilo
μ	=	10^{-6}	micro	M	=	10^{+6}	mega
n	=	10^{-9}	nano	G	=	10^{+9}	giga
p	=	10^{-12}	pico	T	=	10^{+12}	tera

----- Materiale didattico reperibile su people.na.infn.it/bloisi -----

Errore di misura

$$D = 3.50 \text{ m} \pm 0.5 \text{ cm} \quad L = 1.250 \text{ m} \pm 0.5 \text{ mm}$$

$$D = 3.50 \pm 0.005 \text{ m} \quad L = 1250 \pm 0.5 \text{ mm}$$

Cifre decimali (c.d.)

tutte le cifre che seguono il punto decimale

Cifre significative (c.s.)

tutte le cifre riportate, da sinistra verso destra, a partire dalla prima cifra diversa da zero, inclusi gli eventuali zeri finali

$D = 0.00350 \text{ km}$ 3 c.s., 5 c.d. $L = 0.001250 \text{ km}$ 4 c.s., 6 c.d.

$D = 3.50 \text{ m}$ 3 c.s., 2 c.d. $L = 1.250 \text{ m}$ 4 c.s., 3 c.d.

$D = 350 \text{ cm}$ 3 c.s., 0 c.d. $L = 125.0 \text{ cm}$ 4 c.s., 1 c.d.

$D = \cancel{3500} \text{ mm} = 350 \text{ mm} = 350 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ $L = 1250 \text{ mm}$ 4 c.s., 0 c.d.

Osservazione: il numero di c.s. non cambia al cambiare della rappresentazione numerica

Importante: rappresentare sempre i valori numerici con il numero di c.s. adeguato alla precisione

La fisica ed il metodo sperimentale

Valori numerici

Fisica 1
F.Bloisi

v08 1.1.13

Numeri naturali $\mathbb{N} \{0, 1, 2, \dots\}$ $\mathbb{N}^+ \{1, 2, \dots\}$

Def. "informale": lo zero ed i numeri interi senza segno

Operazioni "interne": $x+y, xy, x^y$ $3-5=-2 \notin \mathbb{N}$

Numeri interi $\mathbb{Z} \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$

Def. "informale": lo zero ed i numeri interi con segno

Operazioni "interne": $x+y, x-y, xy$ $2^{-1}=1/2 \notin \mathbb{Z}$

Numeri razionali $\mathbb{Q} \{\pm m/n: m \in \mathbb{N}, n \in \mathbb{N}^+\}$

Def. "informale": rappresentabili con un numero finito o periodico di c.d.

Operazioni "interne": $x+y, x-y, xy, x/y$ $2^{1/2}=\sqrt{2} \notin \mathbb{Q}$

Numeri reali \mathbb{R}

Def. "informale": rappresentabili con un numero infinito di c.d.

Operazioni "interne": $x+y, x-y, xy, x/y$ $(-2)^{1/2}=\pm i\sqrt{2} \notin \mathbb{R}$

Numeri complessi \mathbb{C}

Def. "informale": rappresentabili tramite una coppia di numeri reali

Operazioni "interne": $x+y, x-y, xy, x/y, x^y$

Importante: in fisica il risultato di una *misura* o di un *calcolo numerico* è sempre dato da un *numero razionale*, anche se la *grandezza fisica* è rappresentata da un *numero reale*.

----- Materiale didattico reperibile su people.na.infn.it/bloisi -----

La fisica ed il metodo sperimentale

Numeri razionali / Numeri reali

Fisica 1
F.Bloisi

v10 1.1.14

Numeri razionali $\mathbb{Q} \{\pm m/n: m \in \mathbb{N}, n \in \mathbb{N}^+\}$

Def. "informale": rappresentabili con un numero finito o periodico di c.d.

Operazioni "interne": $x+y, x-y, xy, x/y, x^y (y \in \mathbb{Z})$ $2^{1/2}=\sqrt{2} \notin \mathbb{Q}$

$$x \in \mathbb{Q} \Rightarrow x = \pm m/n, \quad \underbrace{m \in \mathbb{N}}_{m \text{ intero non negativo}}, \quad \underbrace{n \in \mathbb{N}^+}_{n \text{ intero positivo}}$$

Numeri reali \mathbb{R}

Def. "informale": rappresentabili con un numero infinito di c.d.

Operazioni "interne": $x+y, x-y, xy, x/y, x^y (x \geq 0)$ $-1^{1/2}=\pm i \notin \mathbb{R}$

Possono essere messi in corrispondenza biunivoca con i punti di una retta.

Esempi: $\sqrt{2}=1.41421356\dots$, $e=2.71828183\dots$, $\pi=3.14159265\dots$

**Elevamento
a potenza:**

$$x^y, y = \pm m \in \mathbb{Z}: \quad x^0 = 1 \quad x^m = \underbrace{xx \cdots x}_{m \text{ volte}} \quad x^{-m} = 1/x^m$$

$$x^y, y = \pm m/n \in \mathbb{Q}: \quad x^{+m/n} = \sqrt[n]{x^m} \quad x^{-m/n} = 1/\sqrt[n]{x^m}$$

$$x^y, y \in \mathbb{R}: \quad x^y = e^{y \ln x} = \exp(y \ln x)$$

[Approfondimento]

Numeri complessi \mathbb{C}

Def. "informale": rappresentabili tramite una coppia di numeri reali

Operazioni "interne": $x+y$, $x-y$, xy , x/y , x^y

Possono essere messi in corrispondenza biunivoca con i punti di un piano.

$$z \in \mathbb{C} \Rightarrow z = a + ib \quad \begin{array}{l} a = \Re[z] \in \mathbb{R} \text{ parte reale} \\ b = \Im[z] \in \mathbb{R} \text{ coefficiente dell'immaginario} \end{array}$$

$$z \in \mathbb{C} \Rightarrow z = A e^{i\varphi} = A \exp(i\varphi) \quad \begin{array}{l} A = |z| = \sqrt{\Re[z]^2 + \Im[z]^2} \in [0, \infty[\text{ modulo} \\ \varphi = \arctan(\Im[z]/\Re[z]) \in [-\pi, +\pi[\text{ fase} \end{array}$$

Osservazione: Nell'ambito dello studio della meccanica non si farà uso dei numeri complessi.

----- Materiale didattico reperibile su people.na.infn.it/bloisi -----

Errore assoluto

$$D = 3.50 \text{ m} \pm 0.5 \text{ cm}$$

nell'esempio riportato $\Delta D = \pm 0.5 \text{ cm}$ è l'errore assoluto sulla misura di D

Errore relativo

il rapporto tra l'errore assoluto ed il valore della misura

$$\Delta D / D = \pm 0.5 \text{ cm} / 3.50 \text{ m} = \pm 0.001 = \pm 0.1 \%$$

$$D = 3.50 \text{ m} \pm 0.5 \text{ cm} \quad \Delta D = \pm 0.5 \text{ cm} \quad \frac{\Delta D}{D} = \frac{\pm 0.5 \text{ cm}}{3.50 \text{ m}} = \pm 0.001 = \pm 0.1 \%$$

$$L = 1.250 \text{ m} \pm 0.5 \text{ mm} \quad \Delta L = \pm 0.5 \text{ mm} \quad \frac{\Delta L}{L} = \frac{\pm 0.5 \text{ mm}}{1.250 \text{ m}} = \pm 0.0004 = 0.04 \%$$

$$h = 297 \pm 0.25 \text{ mm} \quad \Delta h = \pm 0.25 \text{ mm} \quad \frac{\Delta h}{h} = \frac{\pm 0.25 \text{ mm}}{29.7 \text{ cm}} = \pm 0.0008 = 0.08 \%$$

Si noti che $\Delta h < \Delta L < \Delta D$
 $\Delta L / L < \Delta h / h < \Delta D / D$

Propagazione dell'errore – regole pratiche

- somma / sottrazione:

c.d. del risultato pari a quelle dell'addendo che ne ha di meno

$$(3.50 \text{ m}) + (29.7 \text{ cm}) = (3.50 \text{ m}) + (0.297 \text{ m}) = 3.80 \text{ m} \quad \text{e non } \del{3.797 \text{ m}}$$

- moltiplicazione / divisione:

c.s. del risultato pari a quelle del fattore che ne ha di meno

$$(1.250 \text{ m}) (29.7 \text{ cm}) = 0.371 \text{ m}^2 \quad \text{e non } \del{0.37125 \text{ m}^2}$$

- funzioni trigonometriche, esponenziali, etc.:

c.s. del risultato pari a quelle dell'argomento

$$\cos(30.0^\circ) = 0.866 \quad \text{e non } \del{0.86602540378\dots}$$

o, più semplicemente

- eseguire i calcoli intermedi con una o due c.s. in più di quelle che sono richieste per il risultato finale
- riportare il risultato finale con un numero di c.s. pari a quelle del dato che ne ha di meno

Importante: nei calcoli numerici tener conto sempre della propagazione dell'errore almeno nella forma più semplice

----- Materiale didattico reperibile su people.na.infn.it/bloisi -----

Calcoli numerici

- il risultato di un calcolo deve essere riportato con il numero di c.s. corretto (propagazione dell'errore)
- se la prima cifra da escludere è 5 ... 9 la cifra precedente va' aumentata di 1 (arrotondamento)

$$3.797 \text{ m } 4 \text{ c.s.} \rightarrow 3 \text{ c.s. } 3.80 \text{ m} \quad \text{e non } \del{3.79 \text{ m}}$$

$$\pi = 3.141592653589793\dots$$

$$3.1415926535898 \quad (14 \text{ c.s.})$$

$$3.141592653590 \quad (13 \text{ c.s.})$$

...

$$3.14159 \quad (6 \text{ c.s.})$$

$$3.1416 \quad (5 \text{ c.s.})$$

$$3.142 \quad (4 \text{ c.s.})$$

$$3.14 \quad (3 \text{ c.s.})$$

Importante:

nei calcoli numerici riportare sempre i risultati con il numero di c.s. adeguato, effettuando correttamente gli arrotondamenti

Dimensioni

Le unità di misura derivate sono date dal prodotto di due o più unità di misura fondamentali elevate ad esponenti interi, positivi o negativi, dette *dimensioni* della grandezza fisica.

Esempi

<u>Grandezza fisica</u>	<u>Unità di misura</u>	<u>Dimensioni</u>
angolo (in radianti)	rad	[L ⁰ M ⁰ T ⁰]
area di una superficie	m²	[L ² M ⁰ T ⁰]
densità di massa	kg/m³	[L ⁻³ M ¹ T ⁰]

Verifica dimensionale

- È possibile sommare, sottrarre, uguagliare solo *grandezze fisiche omogenee*, ossia espresse nelle stesse unità di misura e quindi aventi le medesime dimensioni
- Gli argomenti di funzioni trigonometriche, esponenziali, etc. devono essere adimensionali

Importante: effettuare sempre la verifica dimensionale delle espressioni trovate

----- Materiale didattico reperibile su people.na.infn.it/bloisi -----

Valori riportati sul grafico

$$t_1 = 1.83 \text{ ms}$$

$$t_2 = -0.64 \text{ ms}$$

$$t_3 = 3.07 \text{ ms}$$

$$\Delta t = \pm 0.005 \text{ ms}$$

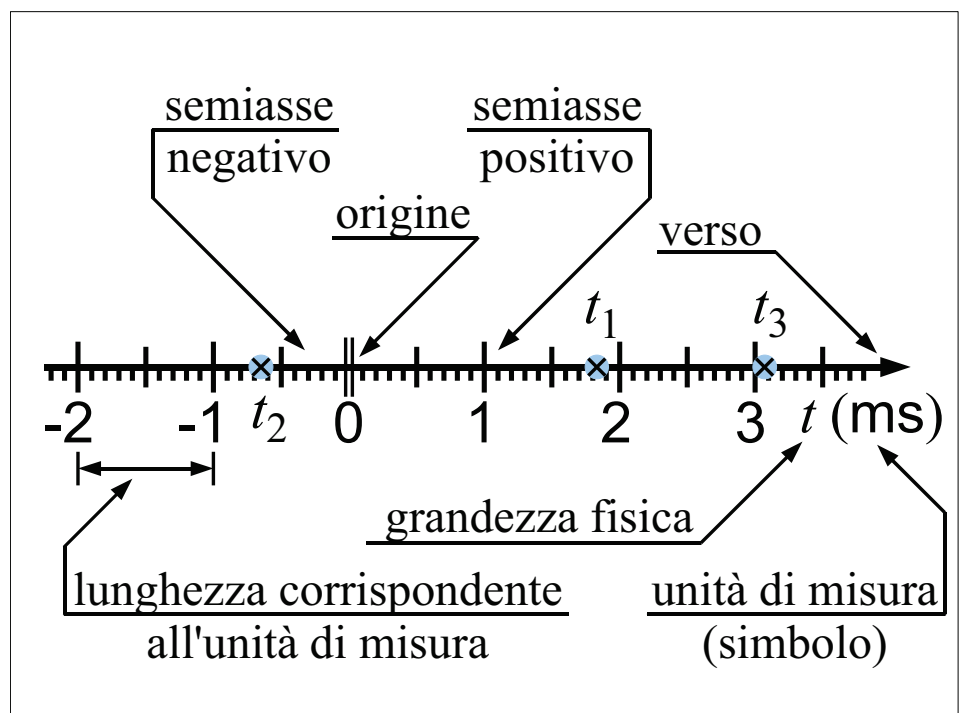
Valori letti dal grafico

$$t_1 = 1.85 \text{ ms}$$

$$t_2 = -0.65 \text{ ms}$$

$$t_3 = 3.05 \text{ ms}$$

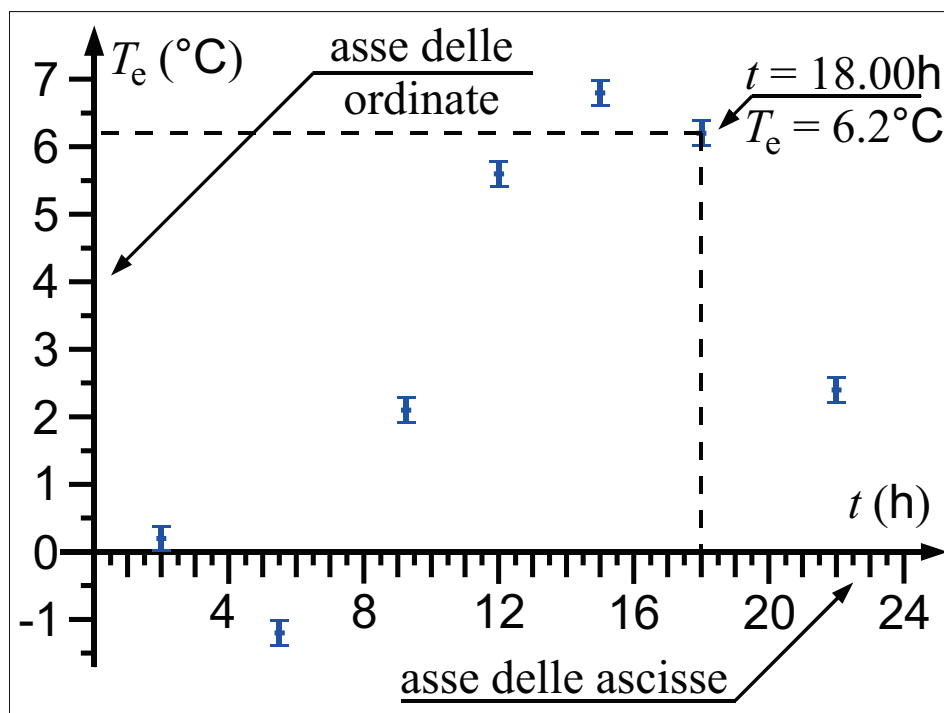
$$\Delta t = \pm 0.05 \text{ ms}$$



Importante: nella rappresentazione grafica riportare sempre la grandezza fisica, l'unità di misura ed il verso

t (hh:mm)	t (h)	T_e (°C)
02:00	2.00	0.2
05:30	5.50	-1.2
09:15	9.25	2.0
12:00	12.00	6.6
15:00	15.00	6.8
18:00	18.00	6.2
22:00	22.00	2.4

$\Delta t = \pm 0.5 \text{ min}$
 $= \pm 0.01 \text{ h}$
 $\Delta T_e = \pm 0.2 \text{ °C}$



Materiale didattico reperibile su people.na.infn.it/bloisi

La fisica ed il metodo sperimentale

Sommario

- In fisica è essenziale il metodo sperimentale che prevede un processo di induzione (esperimento \rightarrow teoria) / deduzione (teoria \rightarrow applicazioni).
- Una legge/teoria fisica viene applicata tramite un modello matematico.
- Il modello matematico richiede che le grandezze fisiche siano espresse tramite valori numerici (numeri naturali, interi, razionali, reali, complessi).
- È quindi necessario dare di ogni grandezza fisica una definizione operativa ed una unità di misura.
- Si adotta il SI (Sistema Internazionale) che prevede poche (in meccanica: lunghezza [L] in m, massa [M] in kg e tempo [T] in s) unità fondamentali, due unità accessorie per gli angoli piani e solidi (radiante, rad e steradiano, sr) e numerose unità derivate.
- In matematica si definiscono i numeri naturali (\mathbb{N}), i numeri interi (\mathbb{Z}), i numeri razionali (\mathbb{Q}), i numeri reali (\mathbb{R}) ed i numeri complessi (\mathbb{C}) e le grandezze fisiche solitamente corrispondono a numeri reali, tuttavia il risultato di una misura o di un calcolo è un numero (razionale) avente un numero finito di cifre decimali (c.d.) e deve essere rappresentato con un numero di cifre significative (c.s.) adeguato alla precisione.
- La precisione con cui una grandezza fisica è calcolata o misurata si valuta tramite l'errore assoluto o, ancor meglio, tramite l'errore relativo, collegato alle c.s. presenti.
- Senza approfondire la propagazione dell'errore ci si può limitare a considerare che il risultato di un calcolo deve essere espresso con tante c.s. quante sono quelle della grandezza nota con minore precisione.
- Nell'ambito dei calcoli viene in aiuto l'analisi dimensionale.

- **Quesito** :

Procedimento empirico e metodo sperimentale

- **Esercizio** :

Data l'espressione

$$M_C = 2 \pi R_i^2 \rho_{Cu} d_C$$

con

$$R_i = 7.50 \text{ cm}, \quad d_C = 500 \text{ } \mu\text{m}, \quad \rho_{Cu} = 8.92 \text{ g/cm}^3$$

determinare

- a) le dimensioni della grandezza fisica rappresentata da M_C
- b) l'unità di misura SI di M_C
- c) il valore numerico di M_C in unità SI

----- Materiale didattico reperibile su people.na.infn.it/bloisi -----



L'iscrizione al corso tramite il sito

www.campus.unina.it

è necessaria per sostenere
le prove "in itinere"

