

Insegnamento 002BB “FISICA” Corso A per Informatica-L31

Generalità

Insegnamento 002BB “FISICA” Corso A per Informatica-L31

- **Lezioni (6 CFU)**

48 ore frontali (24 lezioni), fortemente consigliata la frequenza attiva

- Martedì h. 16:00-18:00 Aula E
- Venerdì h. 09:00-11:00 Aula E
- Eventuali lezioni di recupero il venerdì h. 16-18

Insegnamento 002BB “FISICA” Corso A per Informatica-L31

- **Lezioni (6 CFU)**

48 ore frontali (24 lezioni), fortemente consigliata la [frequenza attiva](#)

- [Martedì](#) [h. 16:00-18:00](#) Aula E
- [Venerdì](#) [h. 09:00-11:00](#) Aula E
- Eventuali lezioni di [recupero](#) il [venerdì](#) h. 16-18

- **Sito web del corso**

- [Dispense](#) in .PDF disponibili, prima della lezione in oggetto
- [Esercizi](#) (già svolti) per la preparazione dell'esame

Insegnamento 002BB “FISICA” Corso A per Informatica-L31

- **Lezioni (6 CFU)**

48 ore frontali (24 lezioni), fortemente consigliata la [frequenza attiva](#)

- **Martedì** [h. 16:00-18:00](#) Aula E
- **Venerdì** [h. 09:00-11:00](#) Aula E
- Eventuali lezioni di recupero il venerdì h. 16-18

- **Sito web del corso**

- [Dispense](#) in .PDF disponibili, prima della lezione in oggetto
- [Esercizi](#) (già svolti) per la preparazione dell'esame

- **Contatti (ricevimento personalizzato, su richiesta)**

- **e-mail:** giovanni.marozzi@unipi.it
- **Ufficio:** Ed. C, I piano, n. 266, tel. 050-2214-940

Insegnamento 002BB “FISICA” Corso A per Informatica-L31

- **Materiali del Corso:**

➤ [Slides delle lezioni](#), link vari, [esercizi svolti](#)
reperibili sul sito: <https://elearning.di.unipi.it/>

The screenshot shows the e-learning portal of the University of Pisa, Dipartimento di Informatica. The page layout includes a header with the university logo and name, a navigation menu on the left, and a main content area with a list of courses. A blue arrow points to the link 'Corso di Laurea in Informatica (L-31) (49)'. The page also features a 'Site news' section, an 'ACCESSO' (Access) section with instructions for students and teachers, a 'LOGIN' form with fields for Username and Password, and a 'CALENDARIO' (Calendar) for February 2019.

NAVIGAZIONE

- Home
- Site news
- Corsi

Site news

(Non ci sono annunci.)

Corso di Laurea in Informatica (L-31) (49)

Corso di Laurea Magistrale in Informatica (LM-18) (22)

Corso di Laurea Magistrale in Informatica e Networking (LM-18) (5)

Corso di Laurea Magistrale in Informatica per l'Economia e per l'Azienda (Business Informatics) (2)

Corsi erogati dal Dipartimento di Matematica (2)

Master di II livello in "Professione formatore in didattica della matematica" (1)

Corsi CLIL (14)

- CLIL anteriori al 2015 (3)
- CLIL 2015-2016 (9)

Altri Corsi (10)

Anno Accademico 2013-14

- Corso di Laurea in Informatica (L-31)
- Corso di Laurea Magistrale in Informatica (LM-18) (1)
- Corso di Laurea Magistrale in Informatica e Networking (LM-18)

ACCESSO

Studenti:
utilizzare user e password del portale ALICE Unipi.
In caso di problemi clicca qui

Docenti:
utilizzare le proprie credenziali di Ateneo.

To get a user account, please login with University of Pisa credentials.

If you need to be entitled to edit courses (or create new ones), please write to help.polo2@sid.unipi.it

LOGIN

Username

Password

Login

Hai dimenticato la password?

CALENDARIO

FEBRUARY 2019

Lun	Mar	Mer	Gio	Ven	Sab	Dom
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10

Insegnamento 002BB “FISICA” Corso A per Informatica-L31

- **Materiali del Corso:**

➤ [Slides delle lezioni](#), link vari, [esercizi svolti](#)
reperibili sul sito: <https://elearning.di.unipi.it/>

The screenshot shows the INF - e-learning website interface. The browser address bar displays the URL <https://elearning.di.unipi.it/course/index.php?categoryid=2&browse=courses&perpage=90%>. The page header includes the INF logo, the text 'INF - e-learning - Dipartimento di Informatica', the language 'Italiano (it)', and a login link 'Non sei collegato. (Login)'. The main content area features a left sidebar with a 'NAVIGAZIONE' menu and a main list of courses. The 'Corso di Laurea in Informatica (L-31)' category is selected, showing a list of courses including 'CLOUD E GREEN COMPUTING', 'Sviluppo di Applicazioni Mobili', 'Fisica Corso A' (highlighted with a blue box and a blue arrow), 'Fisica Corso B', 'Laboratorio di Programmazione di Reti A', 'Sistemi Operativi - B', 'Sistemi Operativi -- Laboratorio (SOL)', 'Basi di dati', and 'Architettura degli elaboratori (Corso B)'. The page footer includes the text 'Non sei collegato. (Login)', 'Home', and 'Ottieni l'app mobile'.

Insegnamento 002BB “FISICA” Corso A per Informatica-L31

- **Bibliografia:**

- [“Gettys Fisica 1 – Meccanica”](#) V edizione, a cura di Gianni Vannini, McGraw-Hill 2015 (***Capitoli 1-10, 13-14***)
- [“Gettys Fisica 2 - Elettromagnetismo – Onde”](#) IV edizione, a cura di Giovanni Cantatore, Lorenzo Vitale, McGraw-Hill 2016 (***marginalmente utilizzato, solo Capitoli 1-3***)
- Utile compendio [«Elementi di Fisica»](#) Prof. Beverini *disponibile sul sito Moodle del corso*
- Per la parte del corso relativa all'evoluzione di sistemi deterministici, si consigliano i primi due capitoli degli appunti del corso di [“Modelli della Fisica”](#) di Cornolti, *disponibili sul sito Moodle del corso*

Insegnamento 002BB “FISICA” Corso A per Informatica-L31

Le note di Fisica proposte a Lezione *non sostituiscono il libro di testo*, esse vanno invece considerate *complementari* ad esso.

Sul libro di testo va svolto il lavoro a casa:

- gli argomenti sono trattati in maniera **più ampia**, in molti casi osservando il problema da più punti di vista e mettendolo in relazione con altri argomenti collegati, in qualche caso anche con richiami storici;
- è **corredato da molte figure** che rendono più chiari i fenomeni di cui si discute e le argomentazioni utilizzate;
- per ogni argomento vengono **riportati numerosi esempi, esercizi e problemi svolti**.

Insegnamento 002BB “FISICA” Corso A per Informatica-L31

Le lezioni rappresentano *un importante lavoro di sintesi ed interattivo dei vari argomenti trattati*, quindi guidano ad una preparazione dell'esame di Fisica nel più breve tempo possibile senza disperdersi su argomenti meno importanti.

Proprio perché costituiscono una sintesi, rischiano però di presentare una visione dei fenomeni fisici trattati **molto parziale**.

→ **Lavagna**

→ **Materiale fornito su Moodle durante la settimana**

Insegnamento 002BB “FISICA” Corso A per Informatica-L31:

Dettagli per la valutazione

Insegnamento 002BB “FISICA” Corso A per Informatica-L31: Dettagli per la valutazione

→ **Appelli (prove scritte e orali):**

In accordo col calendario Accademico e l'ordinamento didattico di Ateneo

- per studenti in corso si effettueranno **cinque appelli regolari**:

Sessione estiva (giugno-luglio), autunnale (settembre), invernale (gennaio-febbraio).

- per studenti fuori corso, lavoratori, genitori con figli di età inferiore agli otto anni, o in maternità sono istituite **due sessioni straordinarie**: ottobre/novembre e aprile.

→ Le prove scritte e l'ammissione alla prova orale hanno **validità all'interno delle sessioni relative**: estiva (giugno-luglio), autunnale (settembre) e invernale (gennaio-febbraio).

→ Nel caso delle sessioni straordinarie, la validità è **limitata alla sessione specifica**.

Insegnamento 002BB “FISICA” Corso A per Informatica-L31:

Dettagli per la valutazione

→ Modalità di Esame: **Scritto e Orale**

- L'iscrizione è necessaria al portale: <https://esami.unipi.it/esami/>
- Registrazione di abbandoni e respinti (a soli fini statistici)

Prova scritta:

- Modalità: soluzione con svolgimento per esteso di **due problemi** di fisica analoghi a quelli trattati nel corso (**5 domande per problema, con valore fino a 3 punti ciascuna**).
- Durante la prova scritta
 - **È CONSENTITO** l'uso di: appunti personali, dispense e massimo due libri a persona.
 - **NON È CONSENTITO** l'uso di: smartphone/watch, tablet/PC/iPad.
- Un **punteggio $\geq 18/30$** permette di registrare l'esame con quel voto, **senza orale**. Chi vuole, può fare l'**orale** per cercare di migliorare il voto, **entro la sessione stessa**.

Prova orale:

- Domande relative agli argomenti illustrati nel corso e loro **semplici applicazioni**.
- **NOTA: l'orale può anche peggiorare il voto** ottenuto allo scritto. In caso di bocciatura, è necessario superare un **nuovo scritto**.

Insegnamento 002BB “FISICA” Corso A per Informatica-L31: Dettagli per la valutazione

Prove in itinere:

- Previste **2 prove in itinere** di verifica intermedia: **3 Aprile, 28 Maggio 2020**
- Ciascuna prova consiste in 10 **domande con risposta multipla** fornita nel testo

Punteggio di ciascuna risposta: +3.3 se corretta simbolicamente e nel valore numerico, -1 se errata numericamente, 0 se il valore numerico è mancante.

- Durante la prova scritta
 - **È CONSENTITO** l'uso di: appunti personali, dispense e massimo 2 libri a persona.
 - **NON È CONSENTITO** l'uso di: smartphone/watch, tablet/PC/iPad.

Valutazione positiva delle prove in itinere:

- **2 prove con media complessiva $\geq 18/30$** danno la possibilità di registrare l'esame **senza orale**, con voto pari alla media nei compitini. Per chi vuole, è comunque possibile fare l'**orale** per eventualmente migliorare il voto, **entro la sessione estiva**.
- **NOTA: l'orale può anche peggiorare il voto** ottenuto ai compitini. In caso di bocciatura, è necessario superare un **nuovo scritto**.

Insegnamento 002BB “FISICA” Corso A per Informatica-L31:

Prerequisiti e obiettivi

Insegnamento 002BB “FISICA” Corso A per Informatica-L31

- **Prerequisiti:**

- Conoscenze matematiche di base relative alla **geometria euclidea**, alla **geometria analitica** ed alla **trigonometria**.
- Conoscenza del concetto generale di **funzione matematica**, **derivata** ed **integrale**.

- **Obiettivi di apprendimento:**

- Introduzione al linguaggio della **fisica** come **descrizione matematica dei fenomeni naturali**.
- Conoscenza delle **leggi fondamentali della meccanica e dell'elettrostatica** con particolare attenzione all'uso del concetto di **conservazione delle grandezze fisiche**.
- Capacità di analizzare fenomeni fisici attraverso semplici **modelli matematici** e simulare la loro evoluzione con **metodi numerici**.
- Capacità di costruzione di **modelli deterministici** in grado di **descrivere e predire l'evoluzione di sistemi naturali**.

Insegnamento 002BB “FISICA” Corso A per Informatica-L31

Avvertenze varie:

- **Non** si tratta di una ripetizione della meccanica ed elettromagnetismo studiati alle superiori.
- Approfondiremo argomenti chiave della *fisica classica elementare*.
- Studieremo il metodo per creare *modelli veritieri e predittivi* della fenomenologia osservata
- Formalizzeremo i concetti tramite *strumenti matematici* introdotti nei vostri corsi universitari.

Insegnamento 002BB “FISICA” Corso A per Informatica-L31

- **Perché Fisica a Informatica?**
 - Per poter analizzare e descrivere fenomeni fisici con semplici modelli matematici
 - Per simulare e riprodurre la realtà in movimento in forma digitale
 - Per sviluppare algoritmi di controllo di sistemi dinamici

Introduzione

- *Metodo fisico sperimentale: misure ed errori*
- *Grandezze fisiche*
- *Unità di misura, sistemi di unità di misura*
- *Ordini di grandezza, notazione scientifica*
- *Dimensioni*

Gettys
capitolo 1

Introduzione

- *Metodo fisico sperimentale: misure ed errori*
- *Grandezze fisiche*
- *Unità di misura, sistemi di unità di misura*
- *Ordini di grandezza, notazione scientifica*
- *Dimensioni*

Gettys
capitolo 1

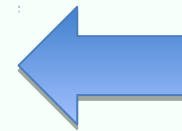
Cos'è la fisica?

Scienza quantitativa che studia fenomeni della natura ($\varphi\upsilon\sigma\iota\varsigma$) che accadono nell'universo

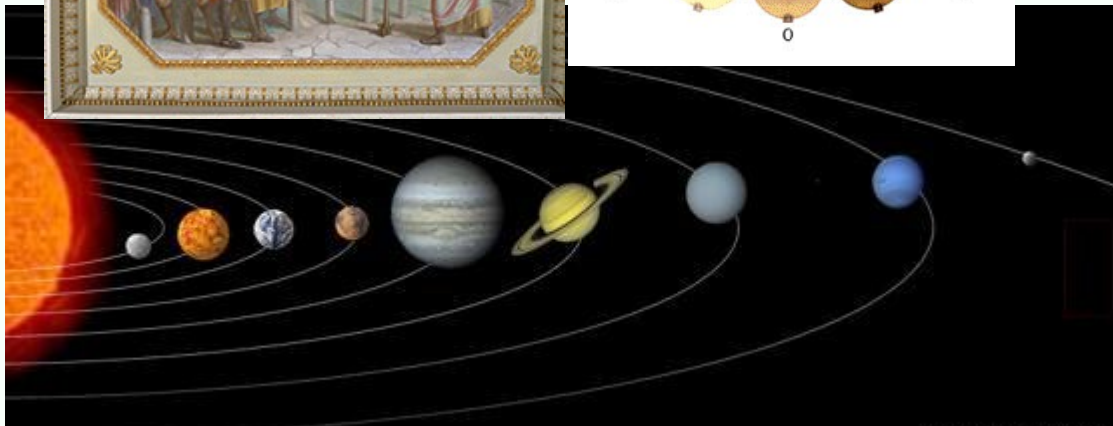
→ sia naturalmente (es. moti celesti)

→ sia provocati (es. urti fra particelle elementari all'interno di grandi acceleratori)

Scopo della Fisica: comprensione dei fenomeni in termini di **teorie**
basate su un numero limitato di principi fondamentali



Principi della dinamica
+ forza di gravità



Metodo scientifico: rapporto teoria ↔ esperimento

- 1) Definizione operativa di *concetti* e *grandezze*
- 2) Come si misurano le grandezze? (dai concetti → ai numeri)
Misure: una grandezza ha valore numerico con incertezza (errore).
Controllo di effetti secondari, riproducibilità.
- 3) Relazioni quantitative fra grandezze:
leggi fisiche (valide entro gli errori di misura);
Teoria: *l'inquadramento di leggi in uno schema generale razionale*

Metodo scientifico: procedimento induttivo e deduttivo

Verifica sperimentale: validazione o invalidazione delle teorie

Metodo scientifico

Individuazione di tutte le **grandezze** in gioco in un dato fenomeno e loro **misurazione**



Osservazioni sperimentali di **correlazioni fra grandezze**



Individuazione di **relazioni matematiche** fra i valori delle grandezze
Scoperta di **leggi generali**, inquadramento in teorie



Previsioni dedotte dalle leggi e teorie



Verifica sperimentale delle previsioni

Introduzione

- *Metodo fisico sperimentale: misure ed errori*
- *Grandezze fisiche*
- *Unità di misura, sistemi di unità di misura*
- *Ordini di grandezza, notazione scientifica*
- *Dimensioni*

Gettys
capitolo 1

Grandezze in fisica

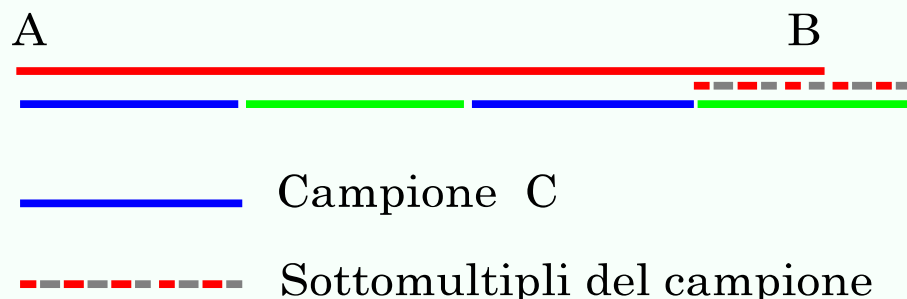
I fisici hanno adottato un atteggiamento pragmatico:

Una grandezza ha significato in fisica se per essa è stato definito un metodo di misura ed è stata assegnata una unità di misura o campione.

Questa definizione è quella che va sotto il nome di *definizione operativa delle grandezze fisiche*.

Data una grandezza fisica, si può scegliere un **campione** e si possono stabilire dei criteri per confrontare il campione con la grandezza che si vuole misurare

Esempio. Misura di lunghezza di un tratto AB: $3.6 \times$ campione C



Grandezze fisiche

Grandezze definite tramite il procedimento che porta alla loro misura

Grandezza scalare individuata da: numero (valore) + incertezza + unità di misura

Es.: altezza $h = 1.83 \pm 0.01 \text{ m}$ (metri)

Si definiscono unità campione: accessibili a tutti + invarianti nel tempo

Campione deve essere *inalterabile, riproducibile, preciso e concordato*

Non è necessario definire un campione per ogni grandezza fisica.

Alcune grandezze si possono ricavare da altre.

Le grandezze fisiche, infatti, sono legate da relazioni, dette **leggi fisiche**.

Tali relazioni possono essere usate per definire i campioni delle grandezze derivate attraverso le relazioni fra grandezze fondamentali.

→ Esistono quindi grandezze Fondamentali e Derivate.

Accordo nel definire quali sono le grandezze fondamentali:

Sistema di unità di misura che prevede un numero limitato di grandezze fondamentali (con unità campione) da cui si ottengono le unità derivate

Introduzione

- *Metodo fisico sperimentale: misure ed errori*
- *Grandezze fisiche*
- *Unità di misura, sistemi di unità di misura*
- *Ordini di grandezza, notazione scientifica*
- *Dimensioni*

Gettys
capitolo 1

Grandezze fondamentali

La XIV Conferenza Generale dei Pesì e Misure del 1971 ha suggerito di adottare il **Sistema Internazionale (SI)** basato sulle seguenti grandezze fondamentali e i rispettivi campioni:

Unità fondamentali (7)	campione	simbolo
Lunghezza	Metro	m
Massa	kilogrammo	kg
Tempo	Secondo	s
Corrente elettrica	Ampere	A
Temperatura Termodinamica	Kelvin	°K
Intensità luminosa	Candela	cd
Quantità di Materia	Mole	mol
Unità supplementari (2)		
Angolo piano	radiante	rad
Angolo solido	steradiano	sr

Sistema Internazionale (SI)

o MKS (metro-kilogrammo-secondo)

I campioni di riferimento sono cambiati nel tempo. Quelli per noi rilevanti sono:

- **Tempo.** Unità: secondo (s): 1 s

→ prima era il giorno solare medio/86400

→ **Adesso:** è un certo numero di periodi di una certa vibrazione dell'atomo di Cs^{133} : 9 192 631 770 periodi = 1 s

(Vari campioni disseminati nel mondo, orologi atomici precisi una parte su 10^{13})

- **Lunghezza.** Unità: metro (m): 1 m

→ prima era una barra di platino-iridio conservata a Sevres

→ **Adesso:** distanza percorsa dalla luce nel vuoto (è una costante) durante un intervallo di tempo di $1/(299\,792\,458)$ s

- **Massa.** Unità: kilogrammo (kg): 1 kg

→ massa di un cilindro di platino-iridio conservato a Sevres

→ **Adesso (2019):** Misura complessa legata alla costante di Planck (effetto Josephson & effetto Hall quantistico)

Grandezze derivate: esempi

→ *Grandezze derivate dalla lunghezza.*

- Le grandezze derivate dalla lunghezza sono le superfici, i volumi e gli angoli.

Le superfici si possono esprimere per mezzo di funzioni omogenee di secondo grado delle lunghezze da cui dipendono:

triangolo: $\frac{1}{2} \text{ base} \times \text{altezza}$

cerchio: $\pi \times \text{raggio al quadrato}$

→ *Velocità*

Le velocità si esprimono come rapporti tra distanza percorsa e tempo impiegato nel percorrerla.

Introduzione

- *Metodo fisico sperimentale: misure ed errori*
- *Grandezze fisiche*
- *Unità di misura, sistemi di unità di misura*
- *Ordini di grandezza, notazione scientifica*
- *Dimensioni*

Gettys
capitolo 1

Le grandezze possono assumere valori in intervalli piuttosto ampi.
Per esprimere tali valori si usano le **potenze del dieci** e/o i prefissi.

$$11000 \Rightarrow 1.1 \times 10^4$$

$$0.000345 = 3.45 \times 10^{-4}$$

Massa

$$M_{\text{Terra}} \cong 6 \times 10^{24} \text{ kg}; M_{\text{Elefante}} \cong 4 \times 10^3 \text{ kg}; M_{\text{Zanzara}} \cong 1 \times 10^{-5} \text{ kg};$$

$$M_{\text{Virus}} \cong 1 \times 10^{-15} \text{ kg}; M_{\text{AtomoH}} \cong 1.6 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

Lunghezza

$$R_{\text{medioTerra}} = 6.4 \times 10^6 \text{ m}; R_{\text{cellule}} = 10^{-5} \text{ m}$$

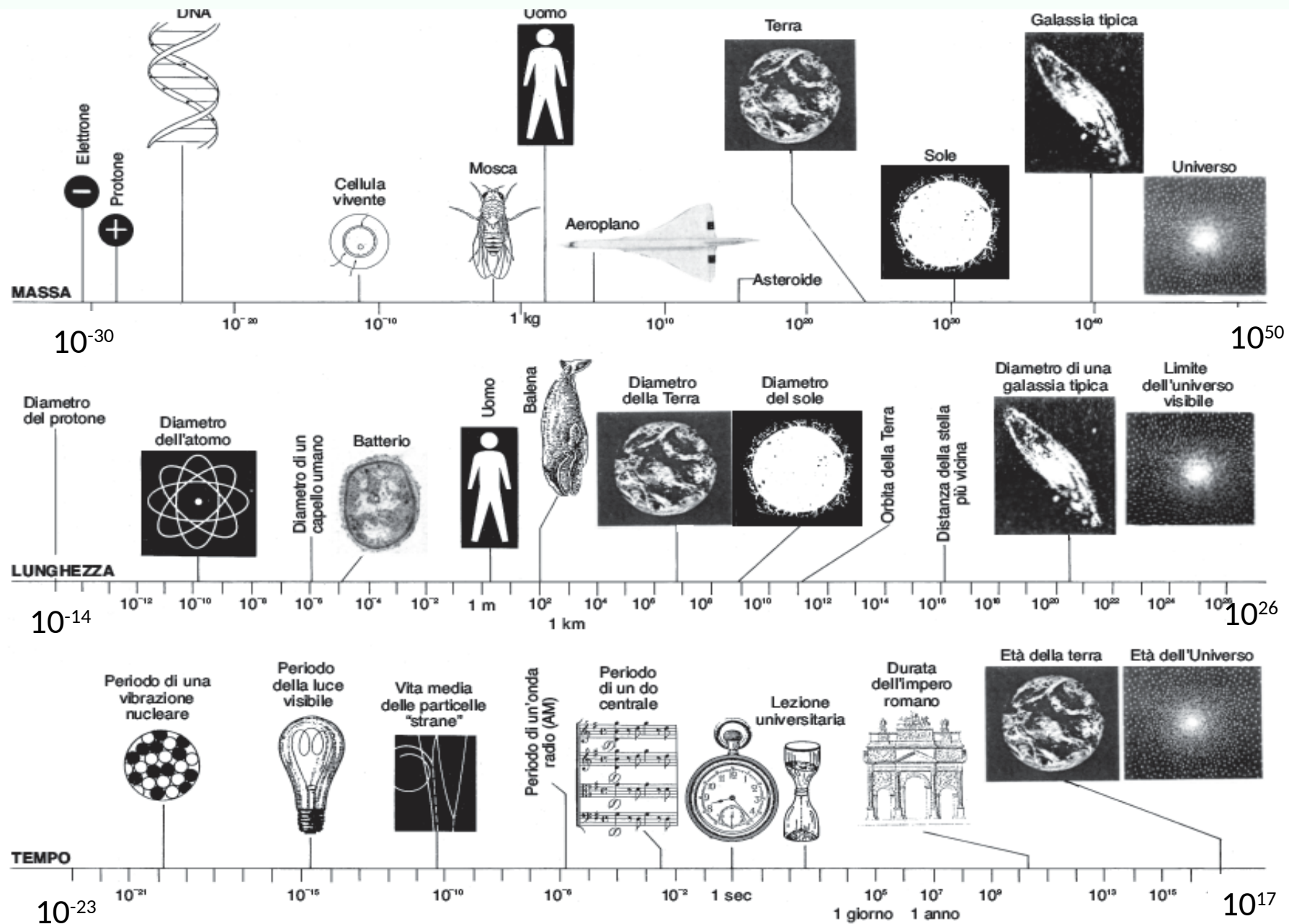
Tempo

$$\text{Età terra} = 1.3 \times 10^{17} \text{ s};$$

$$\text{Periodo forno a microonde} \sim 1 \times 10^{-10} \text{ s}$$

Lezioni (secondo Enrico Fermi) un milionesimo di secolo?

$$10^{-6} \times 100 \text{ anni} = 10^{-6} \times 10^2 \times (3.65 \times 10^2 \times 24 \times 60) \text{ min} = 52.56 \text{ min}$$



l'idea degli intervalli di variazione delle grandezze fisiche fondamentali. Le misure del tempo e delle distanze si estendono su un intervallo di ampiezza pari a 10^{40} , mentre le misure di massa si estendono su un intervallo pari a 10^{80} (Arthlyn Ferguson and Clifford Swartz/Physics Teacher).

Simbolo	Nome	Valore
E	exa	10^{18}
P	peta	10^{15}
T	tera	10^{12}
G	giga	10^9
M	mega	10^6
k	kilo	10^3
m	milli	10^{-3}
μ	micro	10^{-6}
n	nano	10^{-9}
p	pico	10^{-12}
f	femto	10^{-15}
a	atto	10^{-18}

Prefissi non SI accettati:

h	etto	10^2
da	deca	10^1
d	deci	10^{-1}
c	centi	10^{-2}

Le unità di misura sono moltiplicate per prefissi che esprimono potenze di dieci:

$$0.000\ 004\ 23\ \text{s} = 4.23 \times 10^{-6}\ \text{s} = 4.23\ \mu\text{s}$$

$$12\ 300\ 000\ \text{m} = 1.23 \times 10^8\ \text{m} \\ = 12.3\ \text{Mm} = 0.0123\ \text{Gm}$$

Dimensioni atomiche (H):

$$0.000\ 000\ 000\ 052\ 9\ \text{m} = 0.529 \times 10^{-10}\ \text{m} \\ \text{(comunemente chiamato: raggio di Bohr)}$$

Distanza terra-sole:

$$149\ 500\ 000\ 000\ \text{m} = 1.495 \times 10^{11}\ \text{m} \\ \text{(comunemente chiamata: unità astronomica, ovvero U.A.)}$$

Introduzione

- *Metodo fisico sperimentale: misure ed errori*
- *Grandezze fisiche*
- *Unità di misura, sistemi di unità di misura*
- *Ordini di grandezza, notazione scientifica*
- *Dimensioni*

Gettys
capitolo 1

Dimensione di una grandezza

Si intende per **dimensione di una grandezza**, l'esponente, o gli esponenti, a cui vengono elevate le grandezze fondamentali.

→ Si dirà pertanto che la *superficie* ha le dimensioni di una *lunghezza al quadrato*. Nel SI, poiché il metro è unità di misura della lunghezza, l'unità di misura delle superfici è il metro quadrato.

Questo equivale ad aver assunto come campione di superficie un quadrato di lato unitario.

Ciò si esprime simbolicamente mediante un'equazione dimensionale:

$$[S] = [L]^2$$

→ In maniera analoga per i volumi, l'unità di misura nel SI è il metro cubo.

Ciò si esprime simbolicamente mediante un'equazione dimensionale:

$$[V] = [L]^3$$

Consistenza dimensionale

- Le grandezze sono *commensurabili* quando si possono confrontare (sommare o sottrarre)
- Se questo avviene, abbiamo determinato una *dimensione fisica*
- Se per ogni grandezza fondamentale abbiamo la corrispondente unità di misura $[L] \rightarrow \text{m}$; $[M] \rightarrow \text{kg}$; $[T] \rightarrow \text{s}$, *per grandezze derivate l'unità di misura si calcola a partire da quelle fondamentali*:

volume $[L]^3 \rightarrow \text{m}^3$; (1 litro = 10^{-3} m^3)

velocità $[L] [T]^{-1} \rightarrow \text{m s}^{-1}$

accelerazione $[L] [T]^{-2} \rightarrow \text{m s}^{-2}$

Conversione unità di misura, esempi:

$$40 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{40 \times 10^3 \text{ m}}{3.6 \times 10^3 \text{ s}} = \frac{4}{3.6} 10^{4-3} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 11.1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = \frac{10^{-3} \text{ kg}}{(10^{-2} \text{ m})^3} = \frac{10^3}{10^{-6}} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Analisi dimensionale

Le leggi fisiche coinvolgono equazioni e operazioni solo fra grandezze con la stessa dimensione:

$$x = v t \quad \rightarrow [L] = [L] [T]^{-1} [T]$$

$$x = v t + \frac{1}{2} a t^2 \quad \rightarrow [L] = [L] [T]^{-1} [T] + [L] [T]^{-2} [T]^2 \quad (a \rightarrow [L] [T]^{-2})$$

In meccanica tutte le grandezze sono derivate da: tempo, lunghezza, massa e combinazioni di esse.

Se Y è grandezza ignota: $[Y] \rightarrow [L]^\alpha [M]^\beta [T]^\gamma$

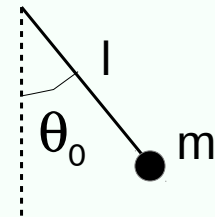
Se $\alpha = \beta = \gamma = 0$, allora la grandezza è adimensionale o numero puro (per esempio angolo in radianti)

N.B.: l'argomento x di $\exp(x)$, $\log(x)$, $\sin(x)$, $\cos(x)$, $\tan(x)$ deve essere un numero puro! (es.: $\sin(\omega t) \rightarrow [\omega] = [T]^{-1}$; $\exp(-t/\tau) \rightarrow [\tau] = [T]$)

Utilità dell'analisi dimensionale

- 1) Le dimensioni dipendono dalle grandezze fondamentali; una volta individuate, allora segue la unità di misura derivata giusta
- 2) Aiuta a convertire da una unità di misura di un sistema ad un altro
- 3) Dice cosa serve per misurare, es: $a \rightarrow [L] [T]^{-2}$ o misuro distanza (L) e tempo (T) o velocità (v) e tempo (T)
- 4) Aiuta a testare una legge o, meglio, se una formula è giusta:
se $x=1/2$ a t^x , quanto sarà x? $[L] = k [L] [T]^{-2} [T]^x \Rightarrow x=2$
- 5) Aiuta a determinare una **legge fisica**

es. **periodo τ del pendolo** ((l, m, θ_0 , g))



$$\tau = f(\theta_0) l^p m^q g^r \rightarrow [\tau] = [T] = [L]^p [M]^q [L]^r [T]^{-2r} \Rightarrow p+r=0; q=0; -2r=1 \\ \Rightarrow r=-1/2; p=1/2; q=0$$

$\tau = f(\theta_0) (l/g)^{1/2}$ è compatibile

con la formula esatta:
$$\tau = 2\pi \left(1 + \frac{\theta_0^2}{16} + \dots \right) \sqrt{\frac{l}{g}}$$