

Dipartimento di Ingegneria

Precorsi di Fisica

Introduzione

Prof. Camilla Di Donato



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI
PARTHENOPE

Il Metodo Scientifico

Enunciato per primo da Galileo, associando le «sensate esperienze» alle «dimostrazioni necessarie».

«Nessuna quantità di esperimenti potrà dimostrare che ho ragione; un unico esperimento potrà dimostrare che ho sbagliato.» (A. Einstein, lettera a Max Born, 5 dicembre 1926)





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI
PARTHENOPE

Dipartimento di Ingegneria
Precorsi di Fisica

Principi Fondamentali

Lezione 1

Potenze di Dieci

Esprimiamo il valore di alcune grandezze fisiche:

- Distanza Sole-Alfa Centauri: $40'700'000'000'000'000'000\ m$
- Massa atomo di idrogeno: $0.000'000'000'000'000'000'000'001'67\ kg$

Le potenze di dieci sono

- Distanza Sole-Alfa Centauri: $4.07 \times 10^{16}\ m$
- Massa atomo di idrogeno: $1.67 \times 10^{-27}\ kg$

Potenze di Dieci

- Il numero di volte per cui 10 viene moltiplicato per se stesso, ovvero il numero di zeri che ci sono, viene usato come apice di 10:

$$10 \times 10 = 100 = 10^2$$

$$10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 100'000 = 10^5$$

Ricordiamo che, per convenzione, un numero elevato alla potenza nulla è uguale a 1, dunque:

- $10^0 = 1$

Regole per le Potenze

Calcoliamo il prodotto di due potenze di 10 e la potenza di una potenza:

- $10^2 \times 10^3 = (10 \times 10) \times (10 \times 10 \times 10) = 10^5 = 10^{2+3}$
- $(10^2)^3 = (10^2) \times (10^2) \times (10^2) = (10 \times 10) \times (10 \times 10) \times (10 \times 10) = 10^6 = 10^{2 \times 3}$

Regole per le Potenze

In generale il prodotto di potenze che hanno la stessa base è data da:

- $a^n \times a^m = a^{n+m}$

La potenza di una potenza è data da:

- $(a^n)^m = a^{n \times m}$

Potenze con esponenti negativi

- Un numero decimale più piccolo di 1 può essere rappresentato in vari modi:

$$0.1 = \frac{1}{10} = 10^{-1}$$

- In generale scriveremo che:

$$\frac{1}{10^n} = 10^{-n}$$

Potenze con esponenti negativi

- Eseguiamo la seguente moltiplicazione:

$$10'000'000 \times 0.01 = 10^7 \times \frac{1}{10^2} = 10^7 \times 10^{-2} = 10^{(7-2)} = 10^5$$

Potenze con esponenti negativi

- In generale scriveremo che:

$$\frac{10^n}{10^m} = 10^n \times 10^{-m} = 10^{(n-m)}$$

Potenze con esponenti frazionari

- Quando un numero è elevato alla potenza con esponente frazionario, sono valide sempre le stesse regole:

$$5^{\frac{1}{2}} \times 5^{\frac{1}{2}} = 5^{\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\right)} = 5$$

$$27^{\frac{1}{3}} \times 27^{\frac{1}{3}} \times 27^{\frac{1}{3}} = 27^{\left(\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3}\right)} = \left(27^{\frac{1}{3}}\right)^3 = 27$$



Potenze con esponenti frazionari

- In generale scriveremo che:

$$\sqrt[m]{N} = N^{1/m}$$

Ordini di grandezza

Le potenze di 10 sono usate per indicare gli *Ordini di Grandezza*:

- *La Terra ha una massa che è due ordini di grandezza in più di quella della Luna*, vuol dire che la massa della Terra è circa 100 volte maggiore di quella della Luna. In realtà sappiamo che $M_T = 81 \times M_L$, ma $81 \approx 100$

Ordini di grandezza

Le potenze di 10 sono usate per indicare gli *Ordini di Grandezza*

Approssimiamo con l'ordine di grandezza:

- *Un anno contiene $\sim 3 \times 10^7$ secondi*
- *Il diametro di un nucleo è $\sim 10^{-4}$ volte il diametro di un atomo*

Grandezze Fisiche Fondamentali

- Una grandezza Fisica rappresenta una grandezza **misurabile**
- La **metrologia** si occupa di **grandezze fisiche**; per essere definite tali, le proprietà di un oggetto o fenomeno debbono essere **misurabili**, cioè deve essere possibile definirne unità di misura e metodi di misurazione
- Definizione Operativa: definisce la grandezza fisica specificando il modo in cui essa può essere misurata
- Misurare significa confrontare

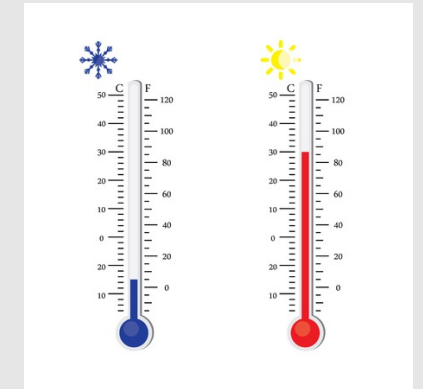
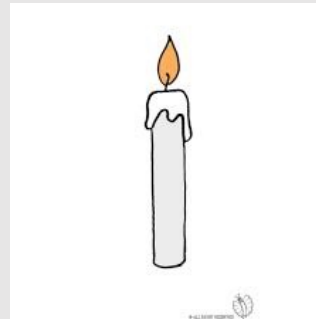
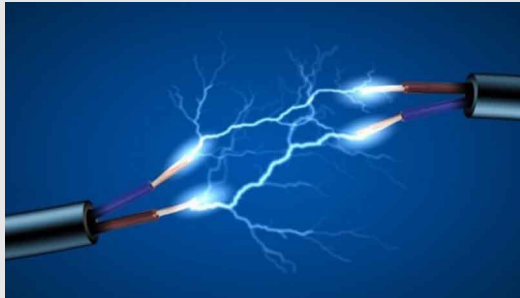
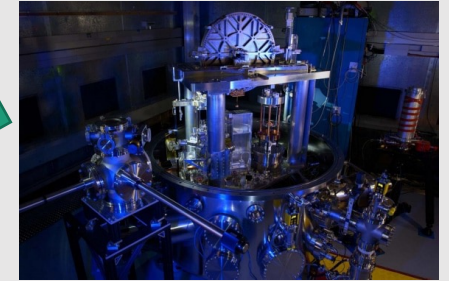
Grandezze Fisiche Fondamentali

- Una grandezza Fisica è specificata da un VALORE numerico e dalle UNITÁ di misura.
- Le unità di misura completano le informazioni relative alla grandezza fisica.
- SISTEMA INTERNAZIONALE:
 - 7 grandezze fondamentali da cui deriviamo tutte le altre
 - Alle 7 grandezze fisiche corrispondono 7 unità fondamentali

Il Sistema Internazionale



Steven Pitkin



Se si vogliono ottenere campioni di lunghezza, tempo e massa, che siano assolutamente permanenti, essi devono essere cercati non nelle dimensioni o nel movimento o nella massa del nostro pianeta, ma nella lunghezza d'onda, nella frequenza e nella massa assoluta degli atomi. Essi infatti sono eterni, inalterabili e tutti perfettamente uguali (J. C. Maxwell 1870)

Misura di Grandezze Fisiche

- Le misure delle grandezze fisiche sono espresse come un rapporto tra la quantità in esame e quella di un particolare campione omogeneo ad essa, detto unità.

Multipli			Sottomultipli		
Prefisso	Valore	Simbolo	Prefisso	Valore	Simbolo
chilo	k	10^3	milli	m	10^{-3}
mega	M	10^6	micro	μ	10^{-6}
giga	G	10^9	nano	n	10^{-9}
tera	T	10^{12}	pico	p	10^{-12}

Grandezza	Nome	Simbolo
Angolo piano	radiante	rad
Angolo solido	steradiano	sr

Grandezza	Nome	Simbolo
lunghezza	metro	m
massa	kilogrammo	kg
tempo	secondo	s
corrente elettrica	ampere	A
temperatura	kelvin	K
quantità di sostanza	mole	mol
intensità luminosa	candela	cd

Misura di Grandezze Fisiche

Conversione di unità

Talvolta è necessario convertire unità omogenee rispetto ad altre unità di misura

Convertire delle variabili fisiche significa trovare ed applicare il corrispondente rapporto di proporzionalità diretta

$$1 \text{ min}: 60 \text{ s} = x \text{ min}: 1500 \text{ s}$$

$$x \text{ min} = 1500 \text{ s} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}$$

Fattore di conversione

Unità	Simbolo	Grandezza	Valore nel SI
minuto	min	Tempo	60 s
ora	h	Tempo	3600 s
giorno	gg	Tempo	86400 s
pollice	in o ”	Lunghezza	0.0254 m
piede	ft o ’	Lunghezza	0.3048 m
yard	yd	Lunghezza	0.9144 m
litro	l	Volume	$\frac{1}{1000} m^3$
gallone inglese	gal Imp	Volume	$\frac{4.547}{1000} m^3$
gallone USA	gal US	Volume	$\frac{3.785}{1000} m^3$
libbra	pound	Massa	0.4536 kg

Lunghezza: Metro



- **Lunghezza:** il metro **m** è la lunghezza del tragitto compiuto dalla luce in un intervallo di tempo $t = (1/299792458)s$



$$c = 299792458 \text{ m/s}$$

Tempo: Secondi

- Il secondo **s** è l'intervallo di tempo che contiene 9.192.631.770 periodi della radiazione corrispondente alla transizione fra i due livelli iperfini dello stato fondamentale dell'atomo di cesio 133.

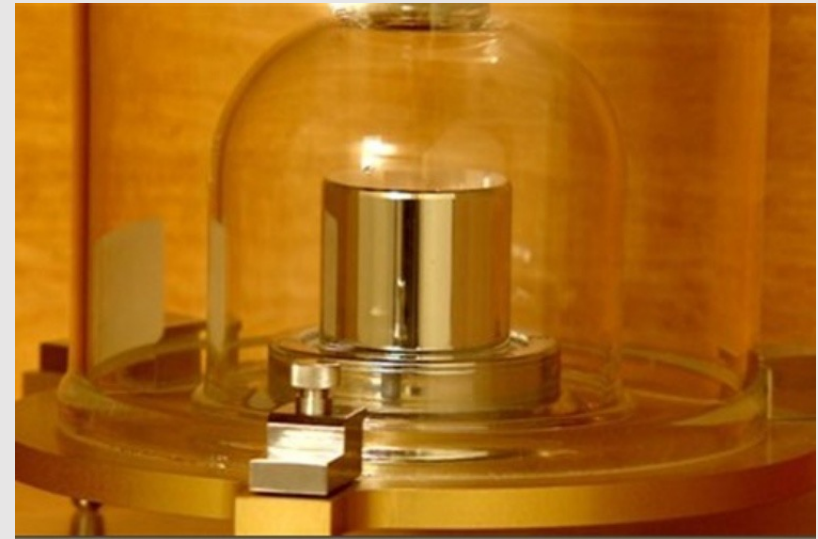


Tavola Periodica degli Elementi

1 H Hydrogen																	2 He Helium														
3 Li Lithium	4 Be Beryllium															5 B Boron	6 C Carbon	7 N Nitrogen	8 O Oxygen	9 F Fluorine	10 Ne Neon										
11 Na Sodium	12 Mg Magnesium															13 Al Aluminum	14 Si Silicon	15 P Phosphorus	16 S Sulfur	17 Cl Chlorine	18 Ar Argon										
19 K Potassium	20 Ca Calcium	21 Sc Scandium	22 Ti Titanium	23 V Vanadium	24 Cr Chromium	25 Mn Manganese	26 Fe Iron	27 Co Cobalt	28 Ni Nickel	29 Cu Copper	30 Zn Zinc	31 Ga Gallium	32 Ge Germanium	33 As Arsenic	34 Se Selenium	35 Br Bromine	36 Kr Krypton														
37 Rb Rubidium	38 Sr Strontium	39 Y Yttrium	40 Zr Zirconium	41 Nb Niobium	42 Mo Molybdenum	43 Tc Technetium	44 Ru Ruthenium	45 Rh Rhodium	46 Pd Palladium	47 Ag Silver	48 Cd Cadmium	49 In Indium	50 Sn Tin	51 Sb Antimony	52 Te Tellurium	53 I Iodine	54 Xe Xenon														
55 Cs Cesium	56 Ba Barium	57 La Lanthanum	72 Hf Hafnium	73 Ta Tantalum	74 W Tungsten	75 Re Rhenium	76 Os Osmium	77 Ir Iridium	78 Pt Platinum	79 Au Gold	80 Hg Mercury	81 Tl Thallium	82 Pb Lead	83 Bi Bismuth	84 Po Polonium	85 At Astatine	86 Rn Radon														
87 Fr Francium	88 Ra Radium	89 Ac Actinium	104 Rf Rutherfordium	105 Db Dubnium	106 Sg Seaborgium	107 Bh Bohrium	108 Hs Hassium	109 Mt Meitnerium	110 Ds Darmstadtium	111 Rg Roentgenium	112 Cn Copernicium	(113)	(114)	(115)	(116)	(117)	(118)														
Lanthanide series																		58 Ce Cerium	59 Pr Praseodymium	60 Nd Neodymium	61 Pm Promethium	62 Sm Samarium	63 Eu Europium	64 Gd Gadolinium	65 Tb Terbium	66 Dy Dysprosium	67 Ho Holmium	68 Er Erbium	69 Tm Thulium	70 Yb Ytterbium	71 Lu Lutetium
Actinide series																		90 Th Thorium	91 Pa Protactinium	92 U Uranium	93 Np Neptunium	94 Pu Plutonium	95 Am Americium	96 Cm Curium	97 Bk Berkelium	98 Cf Californium	99 Es Einsteinium	100 Fm Fermium	101 Md Mendelevium	102 No Nobelium	103 Lr Lawrencium

Massa: Chilogrammo

Massa: il kilogrammo **kg** è la massa del prototipo internazionale, costituito da un cilindro di platino con altezza uguale al diametro, conservato al Pavillon de Breteuil (Sèvres)



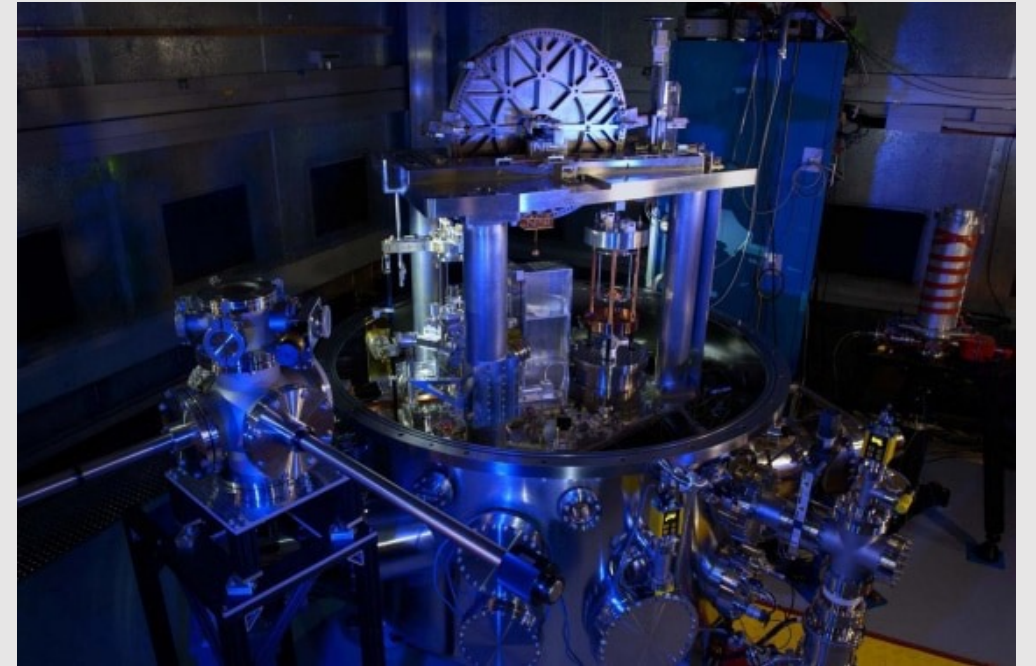
Massa: Chilogrammo

- **Massa:** il kilogrammo **kg** è la massa del prototipo internazionale, costituito da un cilindro di platino con altezza uguale al diametro, conservato al Pavillon de Breteuil (Sèvres)
- **20 maggio 2019:** si inaugura ufficialmente **la nuova definizione di chilogrammo**, basata non su un campione fisico, ma su una ***costante fisica***
- La massa del campione è qui ottenuta dal suo peso attraverso la misura dell'**accelerazione locale di gravità**

Massa: Chilogrammo

Bilancia di Kibble: il campione di riferimento viene controbilanciarlo da una forza generata da una corrente elettrica, che scorre in un filo immerso in un campo magnetico.

Il chilogrammo è la massa controbilanciata da un certa quantità di corrente, che dipende dalla **costante di Planck h**

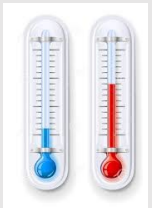


Altre Unità Fondamentali



André Marie Ampère (1775-1836)

- **Intensità di Corrente Elettrica:** l'Ampere **A** è l'intensità di corrente che, mantenuta costante in due conduttori paralleli rettilinei, di lunghezza infinita, di sezione circolare trascurabile e posti a distanza di 1 m l'uno dall'altro nel vuoto, produce tra i due conduttori la forza di $2 \cdot 10^{-7} N$, per ogni metro di lunghezza.



- **Temperatura:** il grado kevin **K** è la frazione $(1/273,16)$ della temperatura termodinamica del punto triplo dell'acqua.

Altre Unità Fondamentali

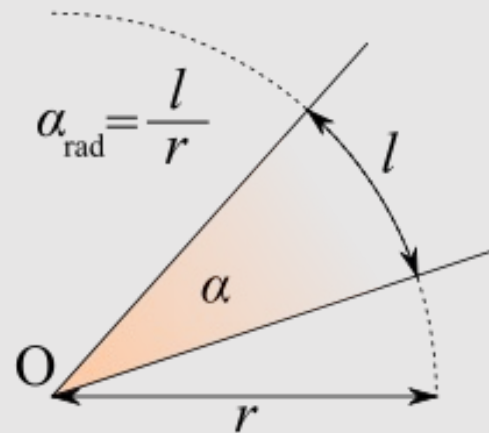


- **Quantità di sostanza:** la mole **mol** è la quantità di sostanza di un sistema che contiene un numero di Avogadro di entità elementari (numero di atomi presenti in $0,012\text{ kg}$ di carbonio 12)
- **Intensità luminosa:** La candela **cd** è l'intensità luminosa in una data direzione di una sorgente che emette una radiazione monocromatica di frequenza $540 \cdot 10^{12}\text{ Hz}$ e la cui intensità energetica in quella direzione è $1/683\text{ W/sr}$.



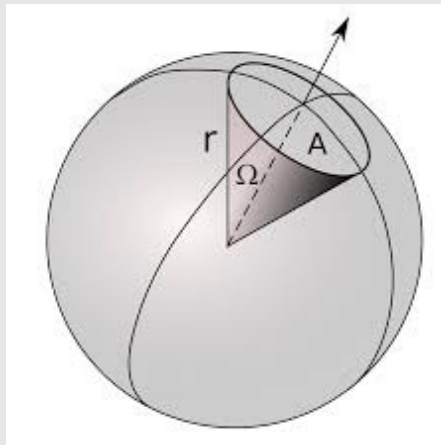
Ulteriori Unità Fondamentali

- **Angolo piano:** il radiante **rad** è l'angolo piano al centro di una circonferenza che intercetta su di essa un arco di lunghezza uguale a quella del raggio



Ulteriori Unità Fondamentali

- **Angolo solido:** steradiante **sr** è l'angolo solido al centro di una sfera che intercetta su di essa una calotta di area uguale a quella del quadrato di lato uguale al raggio



Analisi Dimensionale

- Nel confronto tra numeri ha sempre senso chiedersi quale tra due numeri sia il più grande, o se due numeri siano uguali
- Nel confronto tra valori assunti da proprietà di un sistema, ha senso solo se tali proprietà sono omogenee, cioè se entrambe sono grandezze dello stesso tipo

Per esprimere le dimensioni di una generica grandezza si usa un particolare formalismo, che esprimiamo nel Sistema Internazionale:

$$\text{unità SI} = \text{m}^{\alpha} \cdot \text{kg}^{\beta} \cdot \text{s}^{\gamma} \cdot \text{A}^{\delta} \cdot \text{K}^{\epsilon} \cdot \text{cd}^{\eta} \cdot \text{mol}^{\theta} \cdot \text{rad}^{\lambda} \cdot \text{sr}^{\mu}$$

Sistema Internazionale

$$\text{unità SI} = \text{m}^{\alpha} \cdot \text{kg}^{\beta} \cdot \text{s}^{\gamma} \cdot \text{A}^{\delta} \cdot \text{K}^{\epsilon} \cdot \text{cd}^{\eta} \cdot \text{mol}^{\theta} \cdot \text{rad}^{\lambda} \cdot \text{sr}^{\mu}$$

$$t \Rightarrow [t] = [s^1]$$

$$\vec{r} \Rightarrow [r] = [m^1]$$

$$\vec{v} \Rightarrow [v] = [m^1 s^{-1}]$$

$$\vec{a} \Rightarrow [a] = [m^1 s^{-2}]$$