

UNITA' DI MISURA

Coulomb

Il coulomb (simbolo C), è l'unità di misura della carica elettrica, ed è definita in termini di ampere : 1 coulomb è la quantità di carica elettrica trasportata da una corrente di 1 ampere che scorre per 1 secondo.

$$1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot 1 \text{ s}$$

1 Coulomb è all'incirca $6,24 \cdot 10^{18} * e$, dove e è la carica di un elettrone.

Carica elementare

Il termine carica elementare si riferisce alla più piccola carica elettrica misurabile. Indicata con e , corrisponde alla carica trasportata da 1 elettrone o da un protone; espressa in valore assoluto ed in Coulomb, è pari a circa:

$$e = 1,602\,176\,487(40) \times 10^{-19} \text{ C}$$

Nel caso del protone questa carica è considerata positiva, mentre per l'elettrone è negativa.

Nel sistema di unità di misura denominato Unità atomiche, è l'unità di misura della carica elettrica.

Non è tuttavia la "più elementare" delle cariche: i quark hanno infatti cariche pari a $\pm 1/3$ e $\pm 2/3$ della carica elementare.

Forza di Coulomb

Se si utilizza questa grandezza per calcolare la forza esercitata tra una carica positiva ed una negativa poste ad una distanza di $0,5 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ (il raggio atomico) si ottiene che tale forza ha una intensità pari a

$$F_e = 9 \cdot 10^{-8} \text{ N}$$

Sembra una forza debole, ma se viene confrontata con la forza gravitazionale si scopre che:

$$\frac{F_e}{F_g} \cong 10^{39}$$

ovvero la forza gravitazionale, alle scale atomiche, è trascurabile.

La formula generale della Forza di Coulomb è

$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{d^2}$$

dove k è la **costante di Coulomb** ed è pari a:

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = \frac{\mu_0 c^2}{4\pi} = 8,99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$$

con ϵ_0 la costante dielettrica del vuoto, (o permittività elettrica) il cui valore è:

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2\text{m}^{-2}\text{N}^{-1}$$

La legge dice che la forza tra due cariche è proporzionale al loro prodotto, e inversamente proporzionale al quadrato della loro distanza.

La forza è attrattiva per cariche di segno opposto , repulsiva per cariche di segno uguale.

La formula può essere estesa considerando cariche in presenza di altri materiali (non nello spazio vuoto) e non puntiformi.

In generale, nella formula di Coulomb deve essere inserita la permittività elettrica (costante dielettrica) del **mezzo** che separa le due cariche.

In presenza di un dielettrico, la forza di Coulomb è diminuita in rapporto alla **costante dielettrica relativa** :

$$\epsilon_r = \epsilon / \epsilon_0$$

dove ϵ è la costante specifica del mezzo e ϵ_0 la permittività elettrica nel vuoto:

$$F = \frac{1}{\epsilon_r} \cdot k \frac{|q_1||q_2|}{d^2}$$

Perciò in un dielettrico la Forza di Coulomb è meno intensa che nel vuoto.

NEWTON

Il newton è l'unità di misura della forza

Viene definita come la **quantità di forza necessaria per accelerare un chilogrammo massa di un metro al secondo quadrato.**

Le sue dimensioni in termini di unità base sono:

$$1 \cdot \text{N} = 1 \cdot \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$$

È inoltre l'unità di misura del peso, in quanto il peso è la forza che agisce tra due corpi a causa della gravità.

Una massa di un chilogrammo, in prossimità della superficie terrestre, ha un peso di circa **9,81 [N]**

anche se questo valore varia per pochi decimi di punto percentuale nei vari punti della superficie terrestre.

Per contro, su un corpo con una massa di **102 grammi** la terra esercita una forza all'incirca di **1 newton**.

Da non confondere quindi il concetto di peso (**che è una forza espressa in newton**) con la massa (espressa in **kg**). Formalmente quindi la frase «peso 70 kg» sarebbe scorretta ; in realtà, sul nostro pianeta, dovremmo esprimerci come « peso **687 newton** », oppure «ho una massa di **70 kg** ».

JOULE

Il **joule** è l'unità di misura dell'energia, del lavoro e del calore (per quest'ultimo è più frequente la caloria), ed è definito come $1 \text{ kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}^2 = 1 \text{ N}\cdot\text{m} = 1 \text{ W}\cdot\text{s}$.

Un **joule** è il lavoro richiesto per esercitare una forza di **1 newton** per una distanza di **1 metro**, perciò la stessa quantità può essere riferita come **newton * metro**.

Comunque, per evitare confusione, il newton* metro è tipicamente usato come la misura della coppia di torsione e non dell'energia.

Un altro modo di visualizzare il **joule** è il lavoro richiesto per sollevare una massa di **102 g** per un **metro**, opponendosi alla forza di gravità terrestre.

Un **joule** è anche il lavoro svolto per produrre la potenza di **1 watt** per **1 secondo**.

1 joule equivale a :

- $6,2\cdot 10^{18}$ eV
- 1 W·s (watt secondo)
- 1 N·m (newton metro)
- $2,39\cdot 10^{-1}$ calorie
- $2,78\cdot 10^{-7}$ kWh chilowattora (1 chilowattora equivale esattamente a 3.600.000 J)

Fra i multipli del joule

- il **kilojoule** (kJ), equivalente a 1'000 joule (10^3 J)
- il **megajoule** (MJ), equivalente a 1'000'000 di joule (10^6 J)
- il **gigajoule** (GJ), equivalente a 1'000'000'000 di joule (10^9 J)
- il **terajoule** (TJ), equivalente a 1'000'000'000'000 di joule (10^{12} J)

Elettronvolt

Un elettronvolt (simbolo eV) è l'energia acquistata da un elettrone libero quando passa attraverso una differenza di potenziale elettrico di 1 volt.

Sono molto usati i suoi multipli.

- **keV** (kilo-eV, ossia **1000** elettronvolt)
- **MeV** (mega-eV, cioè un **milione** di elettronvolt) e
- **GeV** (giga-eV, cioè un **miliardo** di elettronvolt).

Un elettronvolt è un quantitativo **molto piccolo di energia** :

$$1 \text{ [eV]} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ [J]}$$

Nella fisica delle particelle, il **megaelettronvolt** (1 MeV = 10⁶ eV) e il **gigaelettronvolt** (1 GeV = 10⁹ eV) sono utilizzati per misurare la massa delle particelle elementari, usando l'equazione di conversione della relatività ristretta:

$$E = m c^2$$

dove E sta per energia, m per massa e c è la velocità della luce nel vuoto.

In queste unità, la massa di un elettrone è di **0,511 [MeV]**

quella di un protone di **938 [MeV]**

Per confronto, le particelle cariche generate in un'esplosione nucleare vanno da **0,3 a 3 [MeV]**

Una normale molecola atmosferica ha un'energia di circa **0,03 [eV]**

In spettroscopia, si usa l'elettronvolt per esprimere l'energia di legame di un elettrone in un orbitale atomico e l'energia dei fotoni usati per sondarne le proprietà (spettroscopia fotoelettronica e spettroscopia di assorbimento dei raggi X).

Per esempio, l'espulsione di un elettrone dallo strato più profondo di un atomo di argento richiede una radiazione di **25,514 [KeV]**, propria dei raggi X duri.

Caloria

La **caloria** (o **piccola caloria**, simbolo **cal**) è un'unità di misura dell'energia termica.

Viene comunemente definita come la quantità di calore necessaria ad elevare da **14,5 a 15,5 [°C]** la temperatura della massa di **1 grammo** di acqua distillata, a livello del mare (pressione di **1 atm**).

Esistono però diverse varianti nella definizione di caloria, ciascuna usata in determinati ambiti scientifici o ingegneristici.

In biologia, o in nutrizione, la **grande caloria** (**Cal** o **kcal**), equivalente a **1000 cal** è utilizzata per indicare l'apporto energetico di un alimento.

La determinazione dell'apporto calorico deve essere fatta in riferimento allo zucchero (glucosio), che è l'alimento naturale di più semplice assimilazione.

Tenendo conto che

- **1 g di zucchero sviluppa 3,92 kcal**
- **1 grammo di proteina circa 4 kcal**
- **1 grammo di lipidi circa 9 kcal**

Tutti gli altri alimenti devono essere rapportati ad essi per calcolarne l'apporto energetico.

Il Sistema internazionale di unità di misura prevede l'uso del Joule al posto della caloria (e del kiloJoule al posto della grande caloria).

Watt

Il **watt** (simbolo: **W**) è l'unità di misura della potenza.
Un watt equivale a **1 joule al secondo** (**1 J/s**) o, in unità elettriche, **1 voltampere** (**1 V · A**).

Il watt, una misura di potenza, non va confuso con il wattora che è una misura di energia.

Quest'ultima corrisponde alla potenza di un watt fornita per un'ora, quindi 3.600 joule.
Non appartiene al SI, in quanto contiene la misura del tempo in ore, ed è comunemente utilizzata per la tariffazione dell'energia stessa.

Quindi una lampadina che assorbe 100 W, in due ore consuma 200 Wh (720'000 J).

In elettrotecnica si utilizzano comunemente anche il VA (voltampere) e il VAR (voltampere reattivo) come unità di misura rispettivamente della potenza apparente e della potenza reattiva. Dimensionalmente equivalenti al watt, il loro uso è giustificato dal fatto che indicano grandezze che generalmente non possono essere sommate direttamente.

Alcuni dei multipli e sottomultipli più utilizzati del watt:

- milliwatt (**mW**) = 10^{-3} W = 0,001 W
- watt = 10^0 W = 1 W
- chilowatt (**kW**) = 10^3 W = 1'000 W
- megawatt (**MW**) = 10^6 W = 1'000'000 W
- gigawatt (**GW**) = 10^9 W = 1'000'000'000 W
- terawatt (**TW**) = 10^{12} W = 1'000'000'000'000 W

Capacità elettrica

La **capacità elettrica** è una grandezza fisica scalare che misura la quantità di carica elettrica accumulata da un condensatore in rapporto alla differenza di potenziale fra i suoi capi, secondo la relazione

$$C = Q / V$$

dove C indica la capacità, Q la carica e V la differenza di potenziale.

L'unità di misura della capacità elettrica nel Sistema internazionale di unità di misura è il farad, equivalente ad un coulomb / volt.

La capacità di un corpo che si comporta da condensatore dipende dalla forma e dalle dimensioni dei suoi elementi, e dalla permittività del dielettrico che li separa. Per alcuni tipi di condensatore è possibile determinare la capacità in modo esatto. La tabella seguente illustra alcuni esempi.

Tipo di condensatore	Capacità	Schema
lineare	$C = \varepsilon_0 \varepsilon_r \cdot \frac{A}{d}$.
cilindrico		.
sferico	$C = 4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)^{-1}$.
sfera singola	$C = 4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r R_1$.
cilindri paralleli	$C = \pi\varepsilon_0\varepsilon_r \frac{l}{\operatorname{arcosh}\left(\frac{d}{2R}\right)}$.

Con A viene indicata la superficie dei conduttori, con d la loro distanza, con l la lunghezza, con R_1 ed R_2 i raggi.

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \varepsilon_r$$

è la permittività del dielettrico.

Nello schema i conduttori sono rappresentati in grigio chiaro e scuro, mentre i dielettrici sono di colore blu.