

Misure e grandezze

Grandezze, unità di misura, misure

Una grandezza è ciò che può essere percepito con i sensi e misurato. Esistono ovviamente però grandezze di vario tipo, che noi infatti consideriamo già intuitivamente diverse.

Tutti capiscono che la lunghezza del lato del banco (una tipologia di grandezza) è analoga, ossia dello stesso tipo, alla grandezza che definisce la lunghezza di un campo di calcio. Quindi queste due grandezze sono diverse come entità, ma dello stesso tipo, come tipologia della grandezza (misura di una lunghezza).

Per fare un esempio che confermi quanto affermato sopra, si pensi al volume di un contenitore (una botte ad esempio) che non è una grandezza dello stesso tipo della lunghezza del lato del banco.

La stessa cosa accade in modo ancora più evidente se considero la grandezza di tipo tempo (magari prendendo una certa quantità di tempo, diciamo un ora) e cerco di paragonarla alla grandezza del lato del banco. Queste due grandezze non sono paragonabili, perché sono diverse, ossia di diverso tipo.

Questa nozione, riflettendo su questi esempi, è intuitiva .

Una nozione un po' più sofisticata è invece quella di grandezza derivata.

Una grandezza derivata è una grandezza che deriva da alcune altre grandezze, ossia che può essere espressa come combinazione di esse.

Un esempio piuttosto semplice è l'area. Come prevedibile tra le grandezze fondamentali compare sempre lo spazio (lineare, ossia come lunghezza) oltre che il tempo. Una sua composizione, detta s la grandezza spazio lineare, s^2 ci si può convincere che esprime invece un'area grandezza derivata da $s \times s$.

Si pensi ad esempio al calcolo dell'area di un rettangolo (diciamo sempre per fissare le idee al calcolo dell'area della superficie del banco, che è un rettangolo). Misuriamo un lato, poi l'altro e a questo punto applichiamo la formula $Area_{\text{rett}} = \text{base} \times \text{altezza}$ che implica il moltiplicare due grandezze di tipo lineare per ottenere una nuova grandezza che non è dello stesso tipo, ma è composizione delle due, quindi di un nuovo tipo, non riconducibile alla lunghezza, che si dice derivata.

Un altro esempio più concettuale, ma sempre semplice, di grandezza derivata è la forza peso, chiamata usualmente più brevemente peso. In molti sistemi di misura la forza peso è una grandezza, derivata dalla grandezza fondamentale massa. Ricordando la relazione $F = m \times a$ (II° principio della dinamica, ricordato a lezione dalla prof. Tettamanti) ossia $\text{Forza} = \text{massa} \times \text{accelerazione}$ e ricordando che sulla Terra esiste un'accelerazione ben precisa e costante per tutti i corpi (detta usualmente g), si può concludere che la forza peso è $F_{\text{peso}} = m \times g$.

Il peso di un corpo è quindi una grandezza derivata della grandezza (presa come fondamentale) massa.

Torniamo invece sul concetto di misura. Per indicare l'entità di una grandezza, è ovvio che si debba assumere una quantità come misura di quella grandezza. Se dico che un uomo è molto ricco dovrei assumere una misura per indicare la sua ricchezza (e infatti questa esiste nella realtà, ossia l'euro o altra moneta), e analogamente se voglio indicare quanto è largo il banco devo fissare un'unità per esprimere questa larghezza. Le prime unità di misura erano state legate a parti anatomiche del corpo dell'uomo (magari opportunamente standardizzate, ossia fissate in modo univoco), quali pollice, braccio, passo,

ecc.)

Successivamente si passò anche ad unità di misura più astratte. Quindi se prendo il metro (unità a noi ben nota) come unità di misura lineare (ma ciò non è obbligatorio, è solo una convenzione), potrò dire quanti metri misura in larghezza il mio banco.

Analogamente potrò misurare il lato del campo di calcio ed, eventualmente, rendermi conto quante volte è più lungo del lato del banco, se ho bisogno di questo confronto.

Una cosa molto importante da comprendere è che una unità di misura di una grandezza può essere definita solo se essa è congruente al tipo di grandezza da misurare. Ovviamente (anche questo è intuitivo) non potrò scegliere una unità di misura di temperatura per misurare una lunghezza, o viceversa.

Quindi grandezza da misurare e unità di misura devono essere di tipo congruente fra loro, ossia analogo.

Sistemi di misurazione

Siccome le misure usualmente sono dati che devono essere leggibili e comprensibili nella intera comunità umana (pensate solo se ognuno avesse un metro fatto a modo suo, la vostra cucina componibile non potrebbe esistere e molte altre cose sarebbero misurabili in modo assai difficile !), a livello mondiale o almeno continentale, gli stati si sono accordati sull'uso di alcune unità di misura e su alcuni sistemi di misura.

Questi ultimi, i sistemi di misura, sono insiemi opportuni di regole che definiscono le grandezze fondamentali di quel sistema di misura e le unità di misura utilizzate per ogni grandezza (sia fondamentale che derivata). Tra questi si può ricordarne alcuni quali il sistema C.G.S., il Sistema Pratico, il Sistema Internazionale (S.I.), che differiscono tra loro proprio per alcune definizioni e convenzioni riguardo alle grandezze prese come fondamentali e alle loro unità di misura.

Le sette grandezze fondamentali

Nel Sistema Internazionale in particolare sono definite come fondamentali 7 grandezze; esse sono:

- 1. Spazio (lineare)**
- 2. Tempo**
- 3. Massa**
- 4. Temperatura**
- 5. Intensità di corrente**
- 6. Intensità luminosa**
- 7. Quantità di materia**

Il Sistema Internazionale riesce quindi a descrivere ogni misura nota possibile nell'universo tramite combinazioni opportune di queste 7 grandezze fondamentali.

Do una breve spiegazione del significato fisico di ognuna delle 7 grandezze fondamentali considerate:

1. Spazio (lineare)

E' una grandezza ben nota a chiunque, in quanto essa attiene a grandezze tipo quella del lato del banco o del lato di un terreno, o dello spessore di un piano di legno o problematiche analoghe.

Grandezze derivate come composizione di questa grandezza sono aree e volumi. Per questa grandezza l'unità di misura nell' S.I. è il metro.

1. **Tempo** E' una grandezza anch'essa ben nota a tutti a livello già solo intuitivo e per questo fondamentale.

Tecnicamente, viene misurato tramite il movimento regolare di qualche corpo, astri o pianeti, bilancieri e pendoli degli orologi meccanici, oscillazioni dei quarzi negli orologi elettronici, vibrazione di particolari atomi in quelli atomici.

E' una grandezza assolutamente necessaria e parte della vita di tutti i giorni. Si pensi ad esempio che senza tempo non potremmo concepire alcun movimento (da quello dei pianeti a quello delle nostre auto o degli atomi che ci compongono), in quanto ci vuole comunque un certo tempo per effettuare un movimento da un punto ad un altro nello spazio.

Per questa grandezza l'unità di misura nell' S.I. è il secondo.

2. **Massa** E' una grandezza anch'essa abbastanza vicina alla nostra realtà quotidiana. Nella vita di tutti i giorni possiamo pensare che una emanazione della presenza della massa è il peso dei corpi, infatti esso è sempre proporzionale alla massa stessa (per il II° principio della dinamica $F = m \times a$); cioè $F_{\text{peso}} \propto \text{massa}$; questo per qualunque corpo sulla terra.

In pratica se un corpo pesa di più sappiamo che ha anche più massa, in quanto essa è sempre proporzionale al peso (ossia va in proporzione col peso del corpo stesso).

Le due grandezze però non sono la stessa cosa. Si pensi che nello spazio la forza peso di qualunque corpo cessa di esistere, ma la massa esiste ancora. La massa è legata intrinsecamente alla materia che costituisce quello specifico corpo.

Per questa grandezza l'unità di misura nell' S.I. è il kilogrammo (detto kilogrammo -massa).

3. **Temperatura** La temperatura è un'altra grandezza con cui spesso abbiamo a che fare. Chi non si è mai scottato? Ovviamente non tutti i corpi scottano, perché hanno temperature "basse", mentre altri sono molto caldi.

La temperatura non di rado non ha effetti evidenti sullo stato di un corpo. Esso magari mantiene quindi la sua forma e stato usuali, e comunque sempre la sua massa e stato di moto. Quello che varia è l'intensità della vibrazione delle molecole che costituiscono il corpo stesso. Questo stato di moto disordinato a livello microscopico aumenta coll'aumentare della temperatura e si parla quindi di energia vibrazionale, immagazzinata a livello microscopico.

La temperatura ha un limite minimo (0 °K) al di sotto del quale non è possibile

andare, mentre non ha un limite massimo noto (nell' acceleratore di particelle LHC a Ginevra saranno raggiunte temperature di miliardi di gradi !!).

Il motivo del limite minimo della temperatura è facilmente spiegabile. Si tratta dello stato in cui molecole e atomi non vibrano più, ossia di minima energia termica. Si immagini per analogia, per convincersi di ciò, un corpo in movimento. Esiste una velocità minima? Sì, è quando il corpo è fermo, perché più lento che fermo non può essere.

Esiste quindi una temperatura minima dei corpi. Tale temperatura è comunque molto bassa (nella scala delle grandezze usuali umane) e usualmente assai difficilmente raggiungibile; lo stesso universo ha una temperatura minima nei suoi spazi interstellari di circa 3 °K, data da una radiazione di fondo che è stata citata nella lezione sul Big Bang della prof.ssa Tettamanti.

La temperatura è indice di uno stato energetico di un corpo, in quanto esso vuol dire che ha immagazzinato un certo calore*

Le scale che sono state studiate a lezione per la misura di temperature sono °C (Celsius) e °K (Kelvin). Quest'ultimo (il grado Kelvin e la sua scala di temperature) sono quelle adottate nelle misure dell'S.I.

4. Intensità di corrente

Anche questa è una grandezza presente tutto intorno a noi. Ogni giorno andiamo in metrò che utilizza energia elettrica per muoversi, usiamo cellulari e computer, illuminiamo le nostre case con lampadine e usiamo lavatrici elettriche per lavare.

Tutti questi apparati, utilizzando l'energia elettrica, danno luogo nei conduttori di energia a flussi di corrente elettrica**. La presenza di tale flusso diviene più evidente quando, ad esempio a causa di un sovraccarico, il conduttore si riscalda o persino fonde. Tali flussi possono essere misurati in modo piuttosto semplice e tale grandezza è una di quelle fondamentali dell'S.I.

L'unità di misura per questa grandezza nell'S.I. è l' ampere (A).

5. Intensità luminosa

Ogni giorno possiamo osservare sorgenti di luce naturali (il sole, la luna) o artificiali (lampadine varie), che emettono luce in modo più o meno intenso. L'intensità luminosa è anch'essa misurabile oggettivamente tramite opportune considerazioni, ed essa viene associata una opportuna unità di misura.

*La quantità di calore immagazzinato da un corpo con temperatura T è pari a $Q = T \times m \times c_s$, ove c_s è il calore specifico di un corpo, e, noto c_s , indica quanto calore è stato necessario fornire a quel corpo. c_s è ossia il calore assorbito da un un'unità di massa del materiale per innalzare la sua temperatura di un grado.

Si noti che non tutti i materiali hanno uguale o simile c_s anzi al contrario. Ad esempio per innalzare di 1 °K la temperatura di un kilogrammo di acqua serve circa 10 volte il calore che serve per innalzare sempre di 1 °K un kilogrammo di ferro.

**Essi sono costituiti da elettroni mobili nel metallo dei conduttori elettrici.

L'unità di misura per questa grandezza nell'S.I. è la candela (cd).

6. Quantità di materia

Si prende come riferimento e quindi unità di misura un certo numero di atomi o molecole (nel caso di un composto). È la quantità di sostanza che contiene un certo numero (numero di Avogadro) di entità elementari (atomi o molecole). Tale numero di Avogadro è pari a $6,02214179 \times 10^{23}$

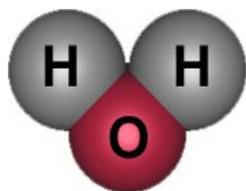
Tale quantità di sostanza viene detta mole, al di là di quale materiale sia costituita.

Si ha così che una mole di acqua, ossia $6,02214179 \times 10^{23}$ molecole di H^2O corrispondono a 18,015 grammi di acqua, dato che ogni molecola di acqua ha peso atomico pari a 18,015 unità di massa atomica[§] (tale peso infinitesimale moltiplicato per il numero di Avogadro di atomi o molecole si trasforma nei comuni grammi)^{***}.

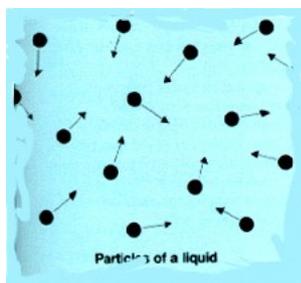
La mole è quindi quel numero di particelle elementari (atomi o molecole) che permette di passare dal peso atomico di un elemento o composto al suo peso macroscopico in grammi (di una mole, appunto di quel medesimo elemento o composto).

L'unità di misura della quantità di materia nel S.I. è la mole (mol).

Ad esempio[#]:



X



Molecola d'acqua
peso = H (1,0079 u.m.a) x 2 + O
(15,9994 u.m.a.) = 18,015 u.m.a.

N (numero di Avogadro, ossia 1 mole) ossia
 $6,02214179 \times 10^{23} =$
6022141790000000000000000 molecole
di acqua

=



...18,015 grammi di acqua !

§ Una unità di massa atomica è una unità di peso convenzionale molto piccola che serve come unità di misura a livello atomico. Essa è pari a $1,660 \cdot 10^{-24}$ g ed è stimata come la dodicesima parte del peso dell'atomo di carbonio.

*** Ossia il numero di Avogadro è un numero di molecole o atomi (unità di materia appunto) tale per cui si può risalire dal peso molecolare o atomico al peso in grammi di una quantità di materiale che contenga quel numero di molecole. Viceversa si può dire che preso un certo numero di grammi di un composto di cui è nota la formula chimica (e quindi il peso atomico o molecolare), esse contengono un certo numero di molecole (o moli).

Da un semplice calcolo risulta infatti: $1,660 \cdot 10^{-24}$ g x 18,015 x $6,02214179 \cdot 10^{23} = 18,015$ g (peso di una mole di molecole d'acqua)