

Scheda: La corrente elettrica (prof. M. Savarese)

Per dare un'idea di cosa sia la corrente elettrica e di come si misuri usiamo l'analogia dell'acqua in un tubo.

Partiamo dalla grandezza più semplice da definire: la portata. Abbiamo un rubinetto, apriamolo completamente. La quantità d'acqua che passa nell'unità di tempo è la portata; l'unità di misura è semplicemente litri al secondo. Se ne avete voglia potete fare anche qualche piccolo esperimento, per esempio provate a misurare la portata del rubinetto della cucina, stando attenti soprattutto al calcolo dell'errore¹.

Passiamo ora alla corrente elettrica: l'analogia è immediata. La corrente elettrica è costituita da un flusso di elettroni; al posto dell'acqua si muovono cariche elettriche. La *portata elettrica* sarà semplicemente il numero delle cariche che passano nell'unità di tempo². La carica elettrica si misura in Coulomb e siccome la carica dell'elettrone vale $1,6 \cdot 10^{-19}$ C (uno dei pochi valori da imparare a memoria) quando carichiamo un corpo con la carica di 1 Coulomb gli forniamo o gli togliamo circa 10^{19} elettroni.

La portata elettrica in definitiva si misura in Coulomb al secondo e questa unità di misura è proprio l'Ampere. In un conduttore scorre la corrente di un Ampere se in un secondo passa un Coulomb di carica elettrica cioè se passano circa 10^{19} elettroni.

Adesso passiamo all'altra grandezza fondamentale: la *tensione*, o come si dice con un parolone grosso la *famigerata differenza di potenziale*. Qui la questione si complica: bisogna andarci calmi.

Partiamo da un semplice esperimento. Chiudiamo parzialmente un rubinetto fino a lasciare scorrere un filino d'acqua, e chiediamoci se con così poca acqua siamo capaci con un dito di tapparla. Dopo esserci infradiciati per bene ci convinceremo che non c'è modo di fermare il flusso. La conclusione è che ciò che impedisce di fermare la falla è il peso dell'acqua che preme sul nostro dito. Anche se esce poca acqua la pressione esercitata sul nostro dito resta la stessa. Mettiamo ben in evidenza questi due concetti:

1. la pressione dell'acqua non dipende dalla portata.
2. La pressione dipende dall'altezza a cui si trova il serbatoio (se il serbatoio sta a 10 metri sulla nostra testa la pressione è di una atmosfera, cioè di ben 1 Kg su cm quadrato³).

Facciamo vedere adesso che la pressione ha una stretta analogia con la tensione elettrica. Siccome l'acqua in casa si utilizza per scopi alimentari e sanitari non è molto importante sapere quale sia la pressione in casa. Ma supponiamo di volerla utilizzare anche per compiere del lavoro (come si fa con la corrente elettrica). In questo caso

¹ Si misura il tempo per riempire una bottiglia d'acqua da un litro. Si portano gli errori assoluti sul tempo e sul volume in errori percentuali. La misura è data da un rapporto, quindi si sommano gli errori percentuali.

² Mi rendo conto che si potrebbe obiettare che gli elettroni non si muovono come le particelle d'acqua in un tubo (sono poi particelle?) ma hanno una velocità di deriva di appena qualche centimetro al secondo mentre l'interazione elettrica sappiamo viaggiare a 2/3 della velocità della luce. Comunque avremo modo di dire queste cose in seguito. Non si può dire tutto subito.

³ Infatti mettiamo sulla nostra testa 10 metri di cubetti di acqua di un centimetro cubo. Ogni cm^3 di acqua pesa un grammo, in dieci metri ci sono 1000 centimetri, sulla nostra testa c'è una pressione di un Kg su cm^2 , perché non la sentiamo?

sarebbe fondamentale sapere quanto lavoro riusciamo a svolgere con ogni litro che scorre.

Supponiamo di avere in casa proprio la pressione di una atmosfera⁴ e calcoliamo il lavoro fatto dopo che nel rubinetto è passato un litro d'acqua. Il calcolo è semplice: siccome il serbatoio si trova a 10 metri, ogni litro d'acqua effettua il lavoro di 100 Joule⁵. Volendo si può vedere questa cosa anche con le formule: una atmosfera sono 100.000 Pascal⁶ che è l'unità di misura della pressione nel Sistema Internazionale e vale un Newton su m^2 . Abbiamo:

$$\text{Atm} = 100.000 \text{ Pa} = \frac{100.000 \text{ Newton}}{\text{m}^2}$$

moltiplichiamo numeratore e denominatore per metri:

$$\text{Atm} = \frac{100.000 \text{ N} \cdot \text{m}}{\text{m}^3} = \frac{100.000 \text{ Joule}}{1000 \text{ litri}} = 100 \frac{\text{Joule}}{\text{litri}}$$

Otteniamo quello che abbiamo detto a parole, se la pressione è di una atmosfera ogni litro che passa effettua il lavoro di 100 Joule. Nel sistema internazionale le unità sono più scomode ma il concetto è lo stesso. Se in casa la pressione fosse di un Pascal⁷ ogni metro cubo d'acqua che scorre effettuerebbe un lavoro di un Joule.

$$\text{Pascal} \equiv \frac{\text{Newton} \cdot \text{m}}{\text{m}^3} = \frac{\text{Joule}}{\text{m}^3}$$

Notiamo che facendo il prodotto fra pressione e portata otteniamo la potenza (al posto di litri, dobbiamo però metterci l'unità di misura del volume nel S.I. cioè m^3):

$$\frac{\text{Joule}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = \frac{\text{Joule}}{\text{s}} \equiv \text{Watt}$$

Adesso possiamo fare il salto (mortale). La pressione in un rubinetto è analoga alla tensione per una presa elettrica. Avere un rubinetto con una pressione di un Pascal vuol dire che, passato un metro cubo d'acqua, si effettua il lavoro di un Joule; analogamente avere una tensione di un Volt significa che, passato un Coulomb di carica elettrica (cioè circa 10^{19} elettroni), si effettua il lavoro di un Joule. La definizione di Volt è perciò:

$$\text{Volt} \equiv \frac{\text{Joule}}{\text{Coulomb}}$$

⁴ Il valore è realistico. In casa la pressione è di qualche atmosfera.

⁵ Un litro d'acqua pesa un Kg e l'energia potenziale vale mgh .

⁶ In realtà sono 101.300 Pascal. Le unità di misura della pressione sono tantissime. Negli ultimi tempi per fare un po' d'ordine si è cercato di imporre il Pascal (esiste addirittura un decreto degli anni ottanta con delle sanzioni per chi si ostina ad usare altre unità di misura). La situazione però non è molto migliorata. I meteorologi furbamente hanno sostituito i cari vecchi millibar con gli ettopascal.

⁷ Un Pascal si tappa tranquillamente con un dito. Per definizione infatti un Pascal è un Newton su un m^2 . Siccome un Newton "pesa" un etto, su ogni cm^2 abbiamo un peso di appena un centesimo di grammo.