Cariche e corrente elettrica

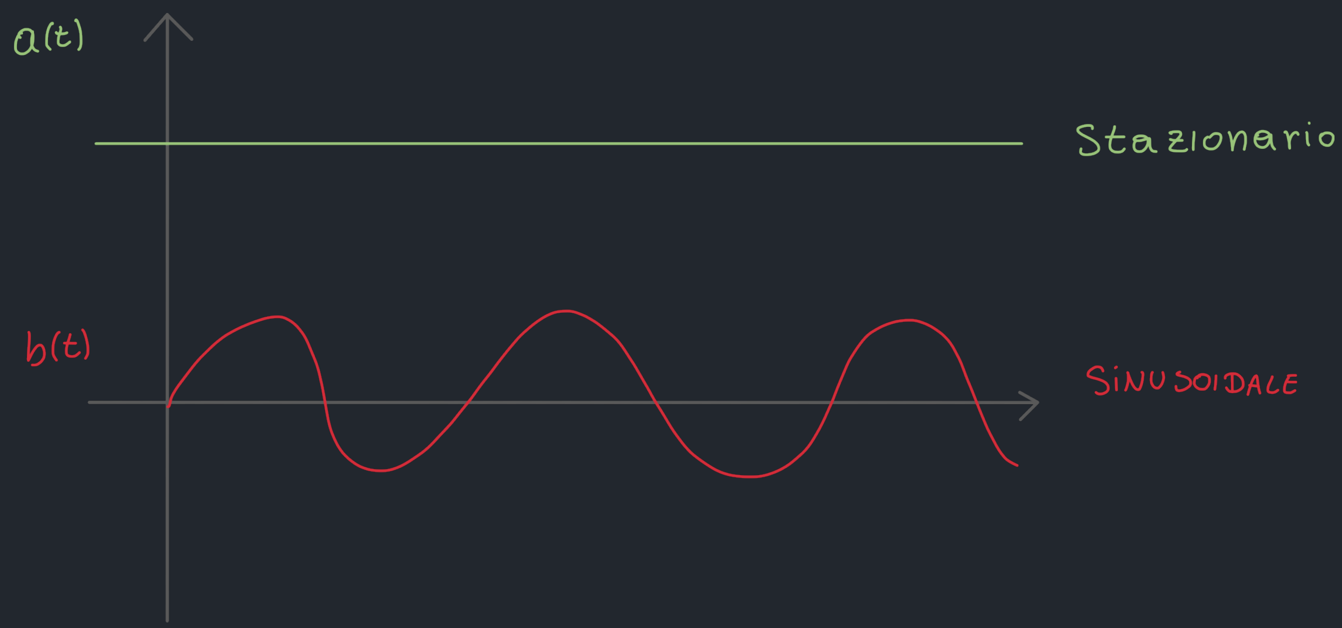
Recap sugli ordini di grandezza

Prefisso	Simbolo	Valore	Valore in notazione scientifica
Yotta	Y	1 000 000 000 000 000 000 000 000	10^{24}
Zetta	Z	1 000 000 000 000 000 000 000	10^{21}
Esa, exa	E	1 000 000 000 000 000 000	10^{18}
Peta	P	1 000 000 000 000 000	10^{15}
Tera	T	1 000 000 000 000	10^{12}
Giga	G	1 000 000 000	10^{9}
Mega	M	1 000 000	10^{6}
Kilo	K	1 000	10^{3}
Etto	h	100	10^{2}
Deca	da	10	10^{1}
Unità		1	10^{0}
Deci	d	1/10	10^{-1}
Centi	c	1/100	10^{-2}
Milli	m	1/1 000	10^{-3}
Micro	µ	1/1 000 000	10^{-6}
Nano	n	1/1 000 000 000	10^{-9}
Pico	P	1/1 000 000 000 000	10^{-12}
Femto	f	1/1 000 000 000 000 000	10^{-15}
Atto	a	1/1 000 000 000 000 000 000	10^{-18}
Zepto	z	1/1 000 000 000 000 000 000 000	10^{-21}
Yocto	y	1/1 000 000 000 000 000 000 000 000	10^{-24}

Informazione, energia

Per illustrare questo argomento possiamo usare la regola delle 5W:

1. Why?
   Il fine ultimo è comprendere l'informazione e l'energia.
2. Where?
   Usiamo dei **materiali conduttori elettrici** : i cavi. Oltre a questi ci sono anche i **semiconduttori** ; questi non sono ne conduttori ne isolanti, e sono importantissimi per l'informatica.
3. What?
   Cosa usiamo per trasformare l'energia e l'informazione?
   Ovviamente usiamo le **cariche elettriche** .
4. When?
   Il tempo è molto legato all'elettrotecnica: esistono circuiti a **regime stazionario, sinusoidale, dinamici, ecc.**
   Un esempio di un valore stazionario è il seguente:



L'onda **sinusoidale** è molto importante, perchè questo "va d'accordo" con le macchine: ad esempio, ogni volta che c'è una rivoluzione (pala eolica, motore), il segnale risultante è sinusoidale.

5. Who?
   Il chi è quasi scontato: gli utilizzatori finali siamo noi; siamo noi ad utilizzare l'energia e l'informazione, come meglio crediamo e ci torna utile.

Trasportare l'energia: La corrente elettrica

L'energia significa lavoro, infatti **compiamo lavoro per trasportare l'informazione**. Quando si parla di "corrente elettrica", si dovrebbe sempre parlare di **intensità di corrente elettrica**;

La **carica elettrica** è quantizzata, e ne abbiamo di due tipi: carica positiva e negativa.

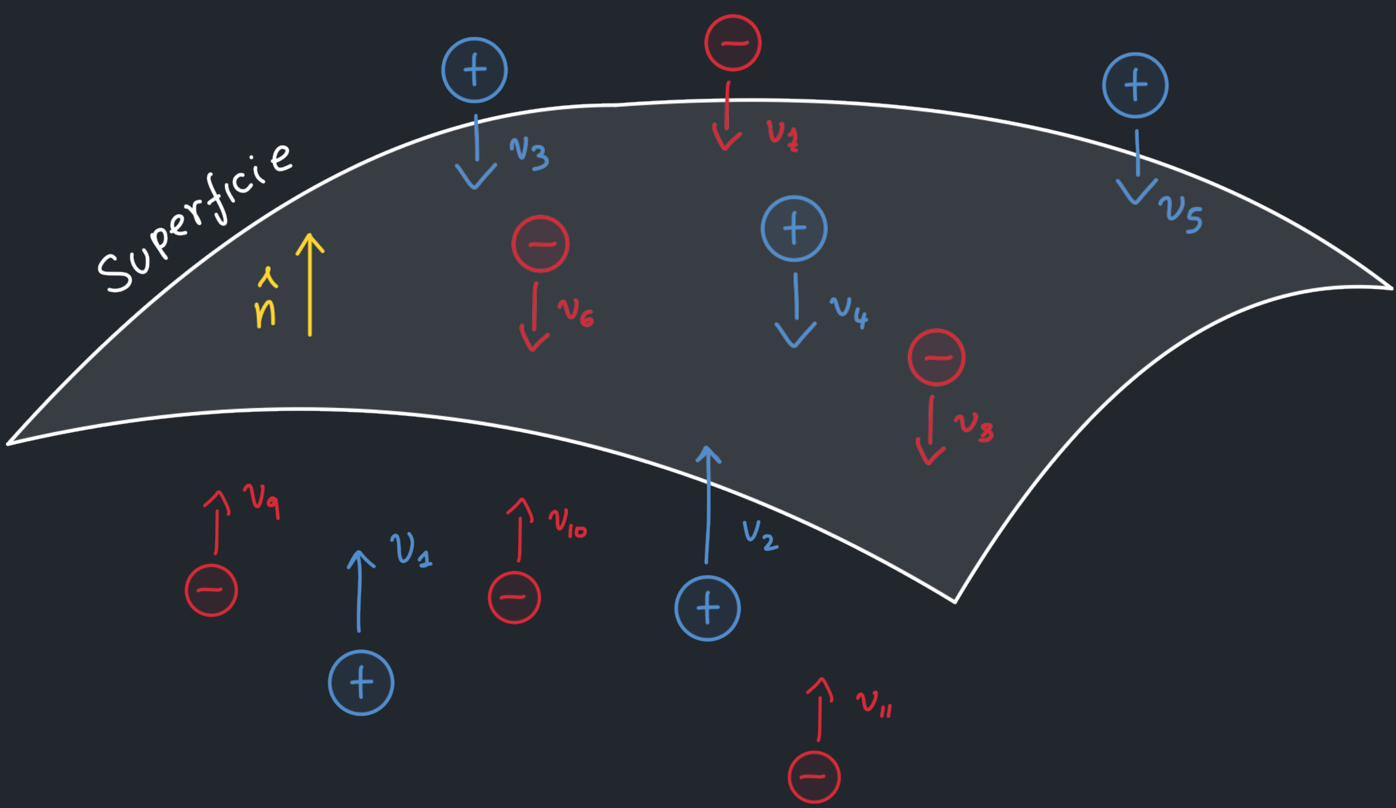
Intensita' di corrente elettrica

Fenomeno

grandezza

Carica elettrica
- $+q$ Positiva
- $-q$ Negativa

Abbiamo una **superficie**; questa superficie viene **attraversata da delle cariche**, che possono essere positive o negative, ed ogni carica ha la sua velocità; decidiamo inoltre una **normale**; questo vettore ci servirà per "decidere" il verso delle cariche ed attribuire un **segno**:



Possiamo calcolarci la **quantità di carica media** che attraversa la superficie:

$$Q_S(t) = \text{Quantità di carica}$$

$$\langle i_S \rangle = \frac{\Delta Q_S}{\Delta t}$$

il segno dipende dal verso della carica rispetto a $\hat{n}$

Grandezza MEDIA

Siccome si tratta di una grandezza media, dobbiamo decidere un **intervallo di tempo** su cui effettuare la media (ovviamente più piccolo è, più la misurazione tenderà ad essere "istantanea"):

$$\rightarrow i_S(t) = \underbrace{\lim_{\Delta t \to 0}}_{\text{Ipotesi del continuo}} \frac{\Delta Q_S}{\Delta t} = \lim \frac{Q_S(t+\Delta t) - Q(t)}{\Delta t} = \text{DERIVATA} = \frac{dQ_S}{dt}$$

Corrente "istantanea"

Ipotesi del continuo

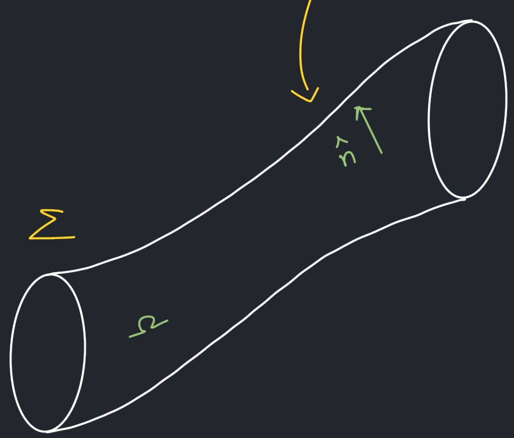
Se volessimo fare un esempio: nel caso illustrato precedentemente (le cariche quantizzate che attraversano la superficie), **non potremmo calcolare il limite**, perchè parliamo di **cariche singole** che attraversano la superficie.

Essenzialmente, non può mai accadere la situazione in cui ci troviamo ad avere degli istanti di tempo in cui **non passa alcuna carica** ed altri istanti in cui passa un numero di cariche **diverse da zero**; questo equivale ad avere una **funzione discontinua**.

Insomma, *delta_t* deve restare sufficientemente grande in modo da permettere sempre ad almeno una carica di passare attraverso la superficie; ergo: *delta_t* non può tendere a zero (nel caso di cariche quantizzate).

Intensità di corrente elettrica in un conduttore elettrico filiforme

Superficie chiusa → Equazione di Bilancio



Tempo Δt: $\Delta Q_{\Omega}(t) + \Delta Q_{\Sigma}(t) = \emptyset$

In condizioni ordinarie

la carica non si crea né si distrugge

Se consideriamo una superficie chiusa, il numero di cariche che entra ed esce attraverso la superficie *sigma* è lo stesso, e di conseguenza **il flusso è zero**.

Anche in questo caso possiamo calcolare la derivata in modo da ottenere:

→ Hp. Continuo → $$\lim_{\Delta t \to 0} \frac{\left[\Delta Q_{\Omega}(t) + \Delta Q_{\Sigma}(t)\right]}{\Delta t} = 0$$

$$\Rightarrow I_{\Sigma}(t) = -\frac{dQ_{\Omega}}{dt}$$

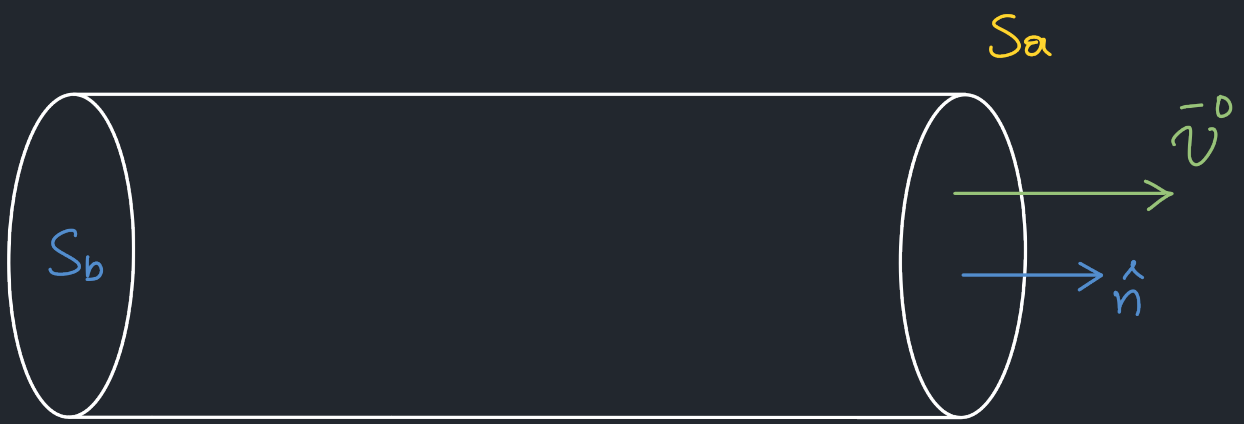
Sigma

A che velocità di muovono le cariche?

A differenza di quello che si può pensare, le cariche **all'interno di un conduttore ohmico** è **molto bassa**, nell'ordine dei <u>centimetri al secondo</u>; quello che invece si muove quasi istantaneamente è l'informazione: il capo elettrico e magnetico.

Anche se la corrente è altissima (nell'ordine dei kiloampere), la velocità delle cariche **non varia**; la velocità delle cariche dipende **unicamente dal mezzo in cui esse si muovono.**

Cosa succede se la corrente che entra non è uguale a quella che esce?



$$I_{S_a}(t) + I_{S_b}(t) = -\frac{dQ_\Omega}{dt} \qquad \text{Se} \quad I_{S_a}(t) \neq I_{S_b}(t)$$

Facciamo delle ipotesi:

- **Ipotesi di condizioni stazionarie**
  In questa ipotesi, qualunque derivata rispetto al tempo ci restituisce **zero**. In queste condizioni, vale il fatto che il numero di cariche che entra è uguale a quello che esce:

H.P. : Condizioni Stazionarie

$$\frac{d}{dt} \equiv 0 \quad \rightarrow \quad I_{S_a}(t) = I_{S_b}(t)$$