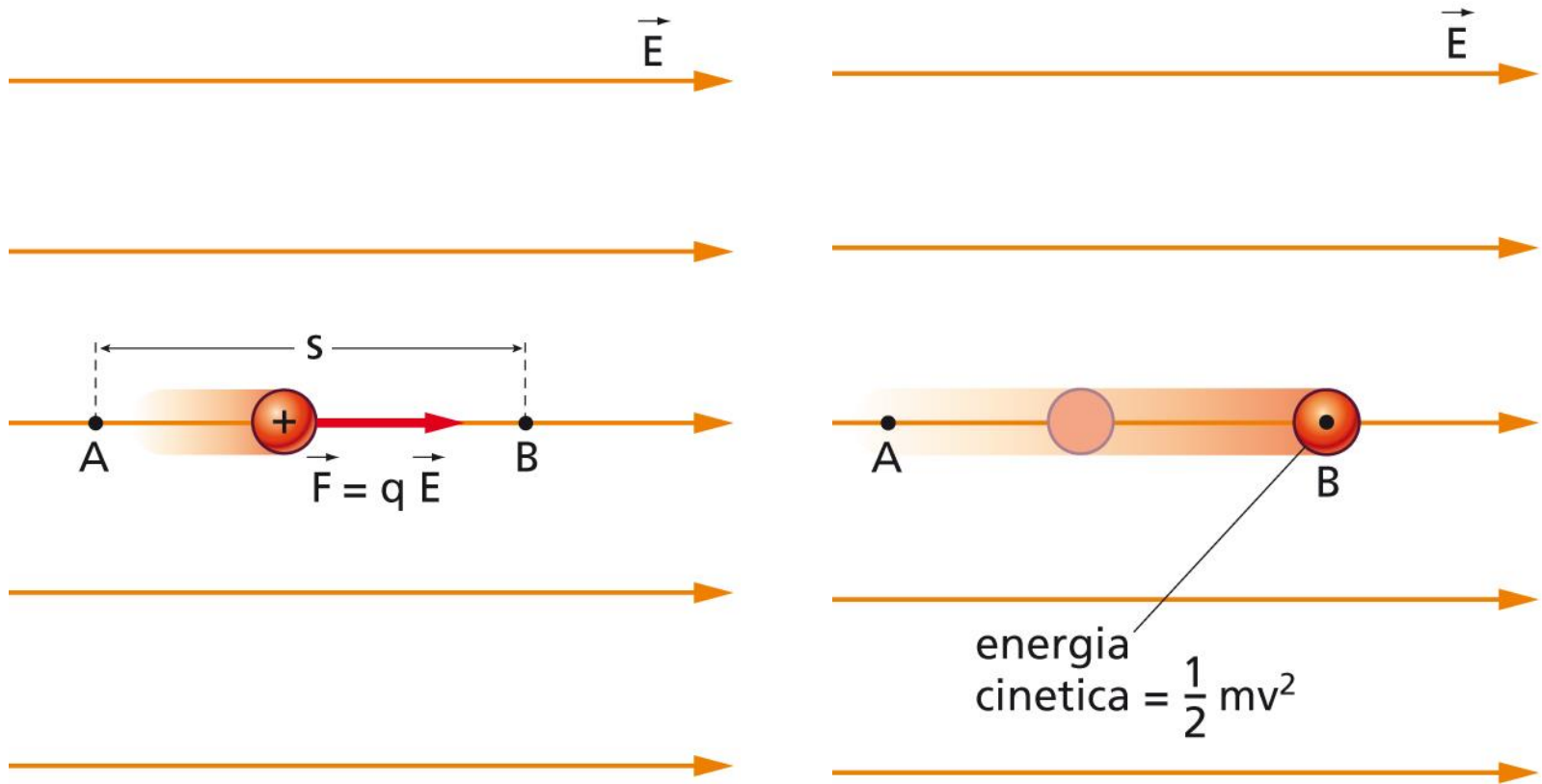


L'energia elettrica

Cosa si intende per energia elettrica?

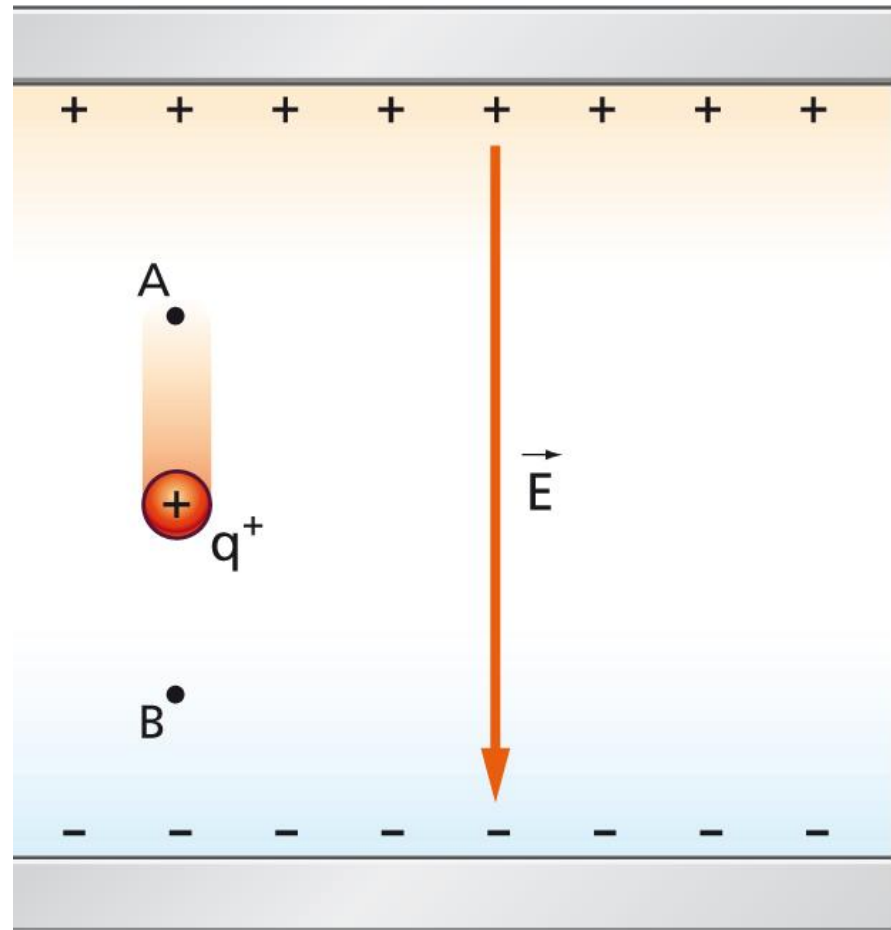


Il lavoro del campo elettrico

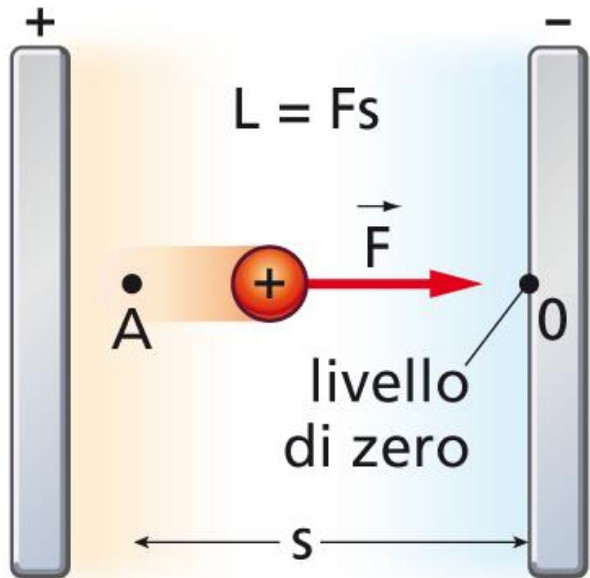


$$W = F s = q E s$$

Carica elettrica o tuffatore?

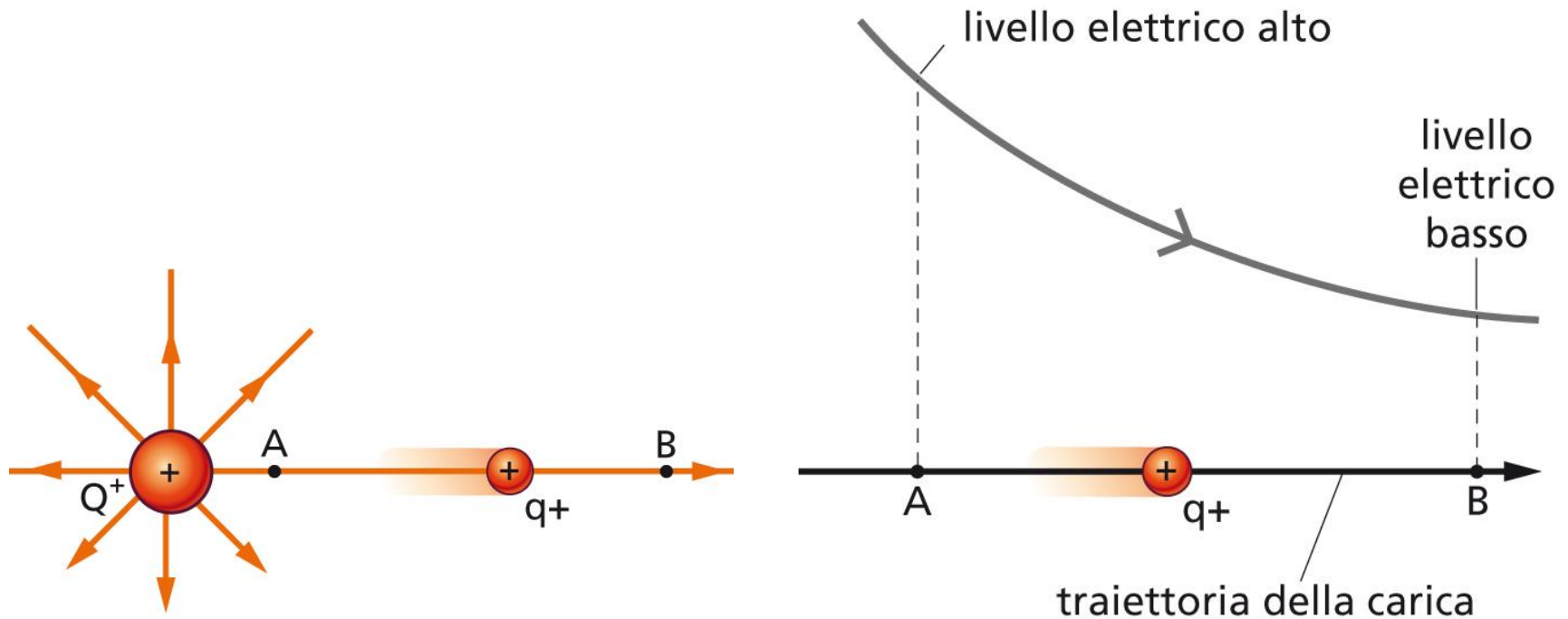


L'energia potenziale **elettrica**



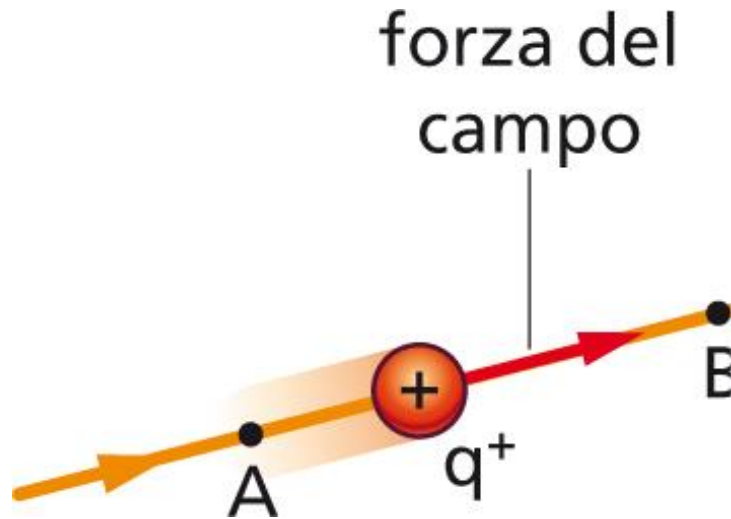
L'energia potenziale elettrica di una carica in un punto A è uguale al lavoro compiuto dalla forza elettrica quando la carica si sposta dalla posizione iniziale A a quella di riferimento (livello di zero).

Il “dislivello” elettrico



È come se il moto della carica di prova seguisse il verso di una “discesa elettrica”.

La **differenza** di potenziale



$$V_A - V_B = \frac{W_{A \rightarrow B}}{q^+}$$



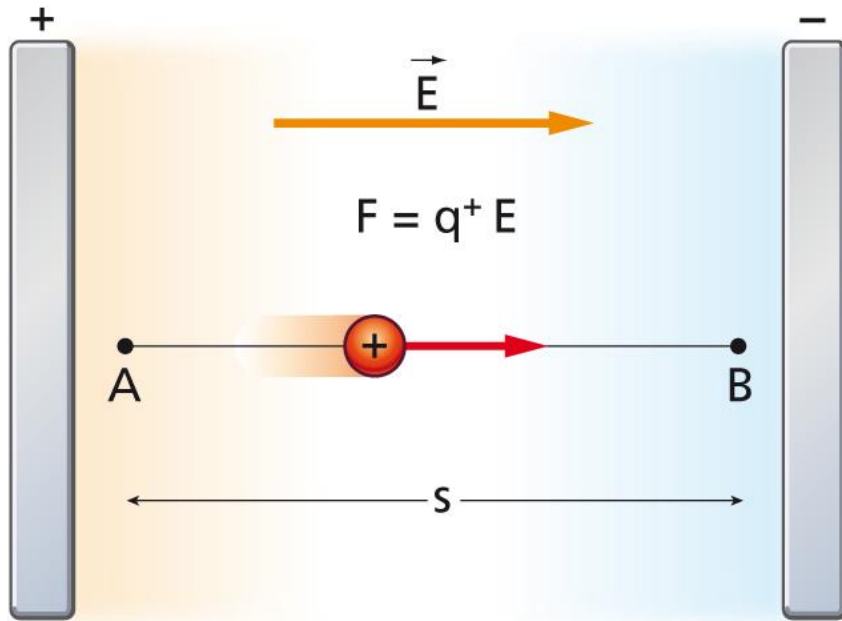
$$1 \text{ volt} = \frac{1 \text{ joule}}{1 \text{ coulomb}}$$

La pila



$$1,5 \text{ V} = \frac{1,5 \times 10^{-6} \text{ J}}{1,0 \times 10^{-6} \text{ C}}$$

Differenza di potenziale in un **campo** **uniforme**

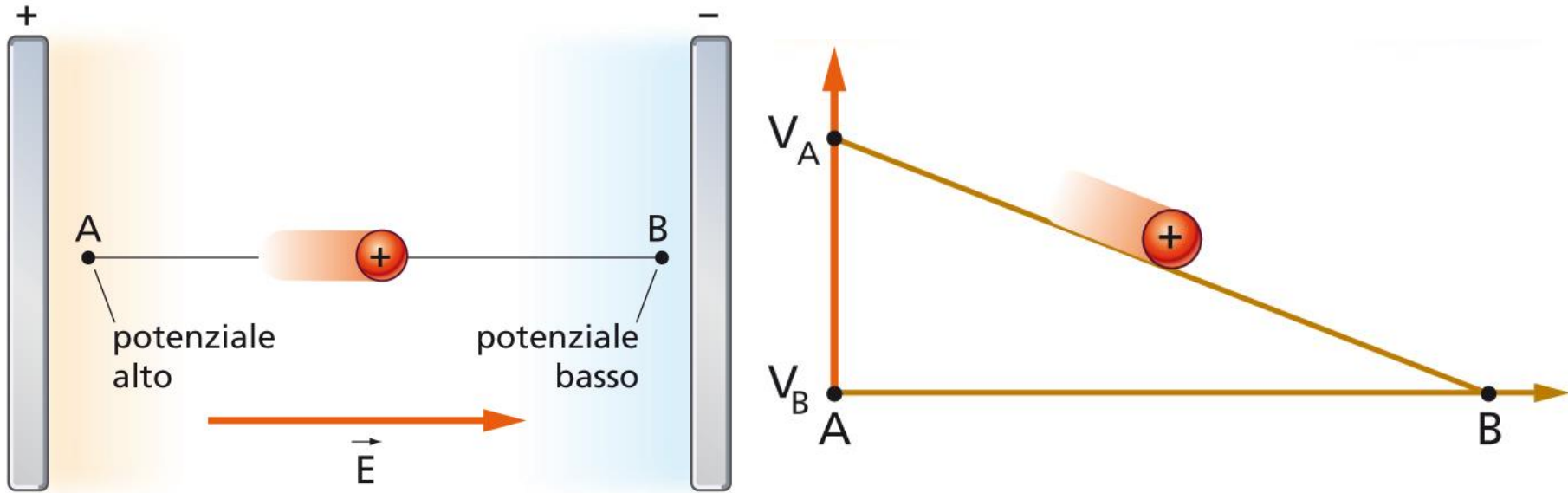


$$W_{A \rightarrow B} = F s = q^+ E s$$

$$V_A - V_B = \frac{q^+ E s}{q^+}$$

$$V_A - V_B = E s$$

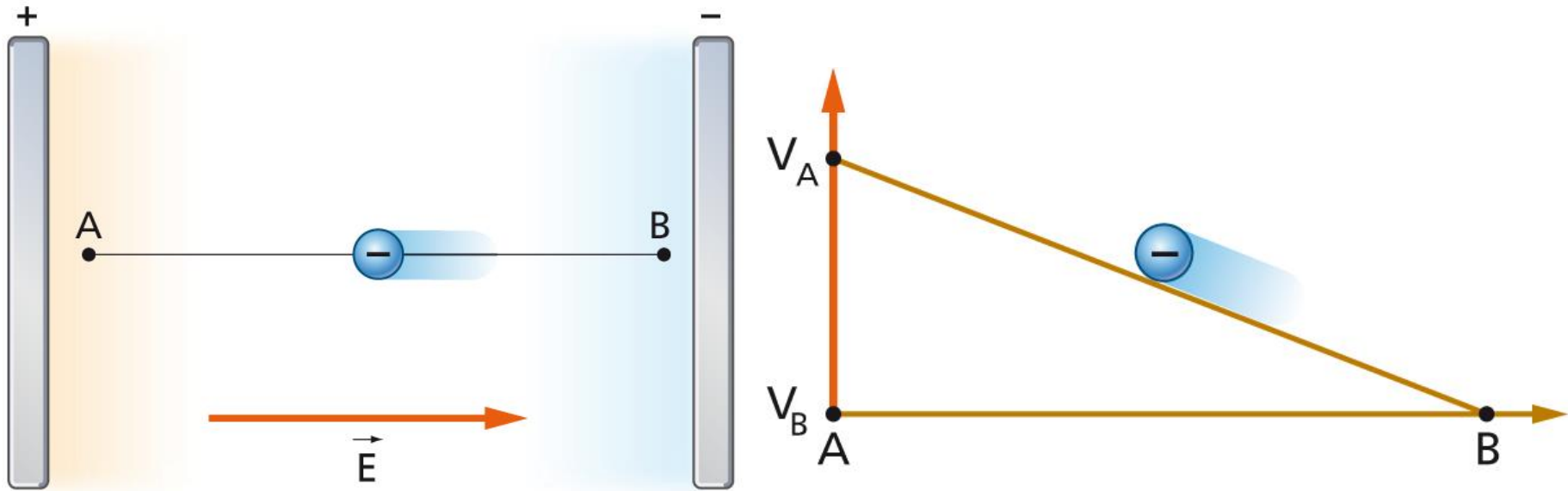
Il moto delle cariche positive



Le **cariche positive** scendono lungo una differenza di potenziale, cioè si spostano da dove il potenziale è alto verso punti in cui è più basso.

Infatti il lavoro è positivo e quindi $V_B - V_A < 0$ ovvero $V_B < V_A$

Il moto delle cariche negative



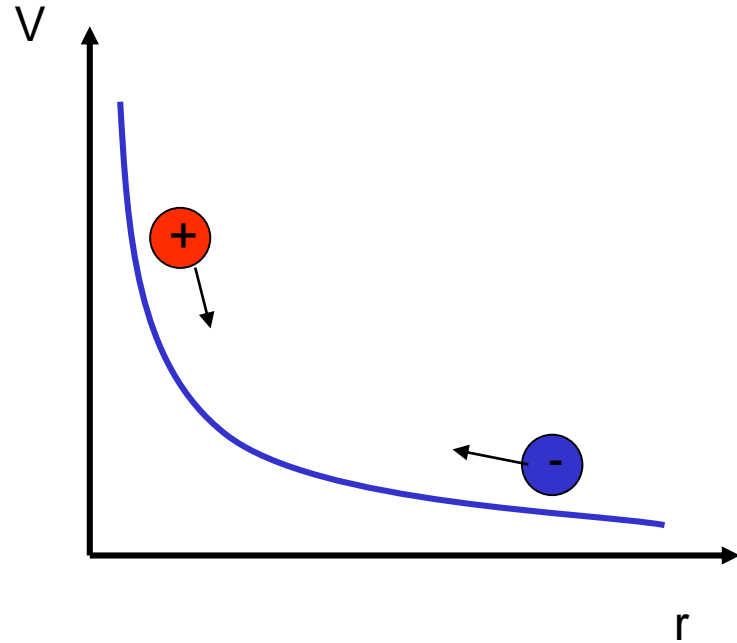
Le **cariche negative** salgono lungo una differenza di potenziale, cioè si spostano da dove il potenziale è basso verso punti in cui è più alto.

Infatti il lavoro è positivo e quindi $V_B - V_A > 0$ ovvero $V_B > V_A$

Il potenziale di una carica **puntiforme**

$$U(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{Qq}{r}$$

$$V(r) = \frac{U(r)}{q} = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{Q}{r}$$



Come si è fatto l'energia potenziale, si assume che il potenziale a distanza infinita dalla carica puntiforme è **zero**.

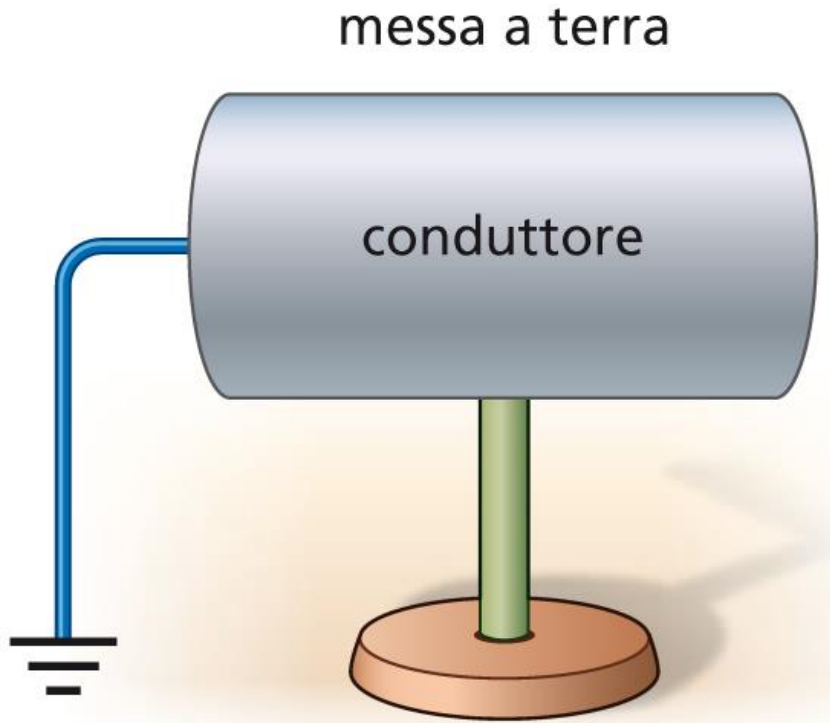
In caso di più cariche vale il **principio di sovrapposizione**: il potenziale complessivo è la somma algebrica di ciascun potenziale (considerato come se ogni singola carica fosse presente da sola)

Il **potenziale** elettrico

Il **potenziale elettrico** in un punto A è uguale alla differenza di potenziale tra A e il punto R di riferimento (che in genere si pone uguale a zero).



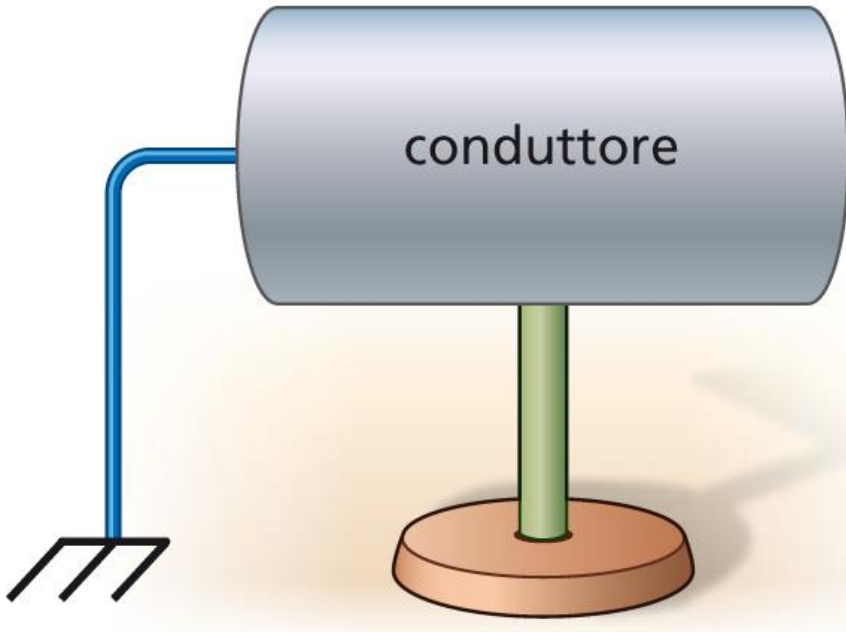
La *messa a terra*



Un conduttore collegato elettricamente con il terreno (e che, quindi, ha lo stesso potenziale della Terra) si dice «messo a terra».

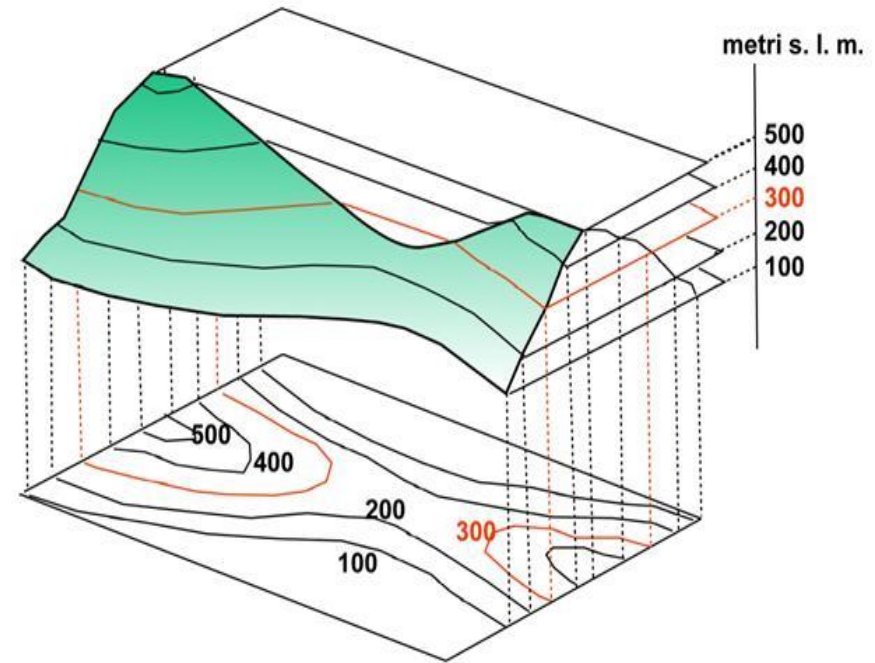
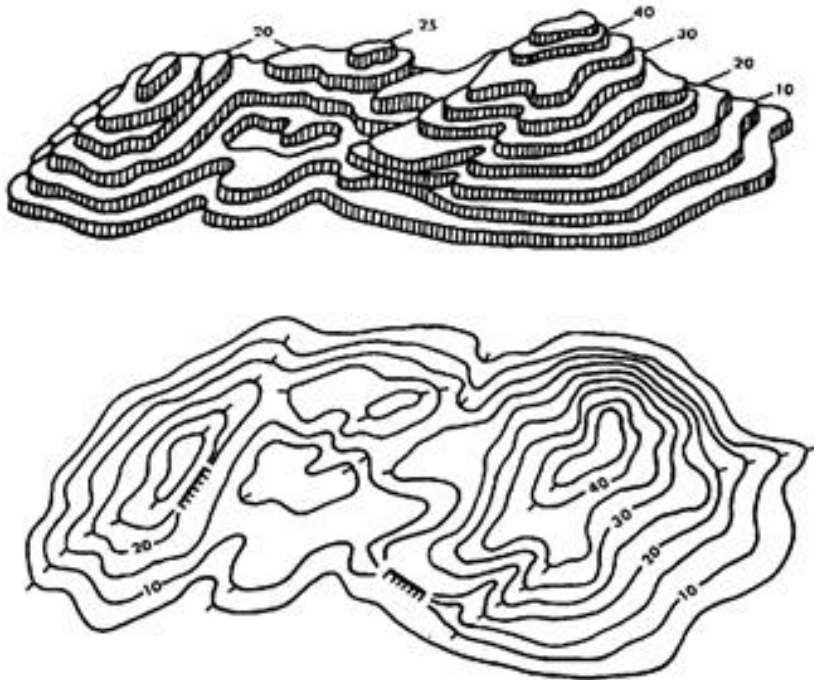
La *messa a massa*

messa a massa



Un conduttore collegato elettricamente a un involucro metallico (e che, quindi, ha il suo stesso potenziale) si dice «messo a massa».

Le curve di livello del **campo gravitazionale**



Se immaginiamo di sezionare un rilievo con piani paralleli al terreno (ad esempio ogni 100 metri di dislivello) otterremo un profilo approssimato della montagna fatto a gradoni.

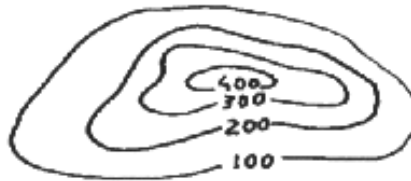
La proiezione ortogonale di tutti i “gradoni” su un foglio di carta forma una figura composta da linee curve racchiuse una dentro l’altra.

Le curve di livello del **campo gravitazionale**

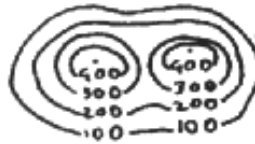
- ❖ Sono linee immaginarie che uniscono tutti i punti che si trovano alla stessa quota
- ❖ La direzione del pendio è perpendicolare alla curva di livello
- ❖ Più le curve di livello sono rappresentate vicine più sarà elevata la pendenza



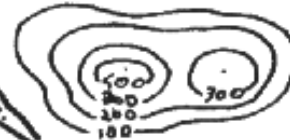
collina



due picchi: stessa altezza



due picchi: altezza differente



valle



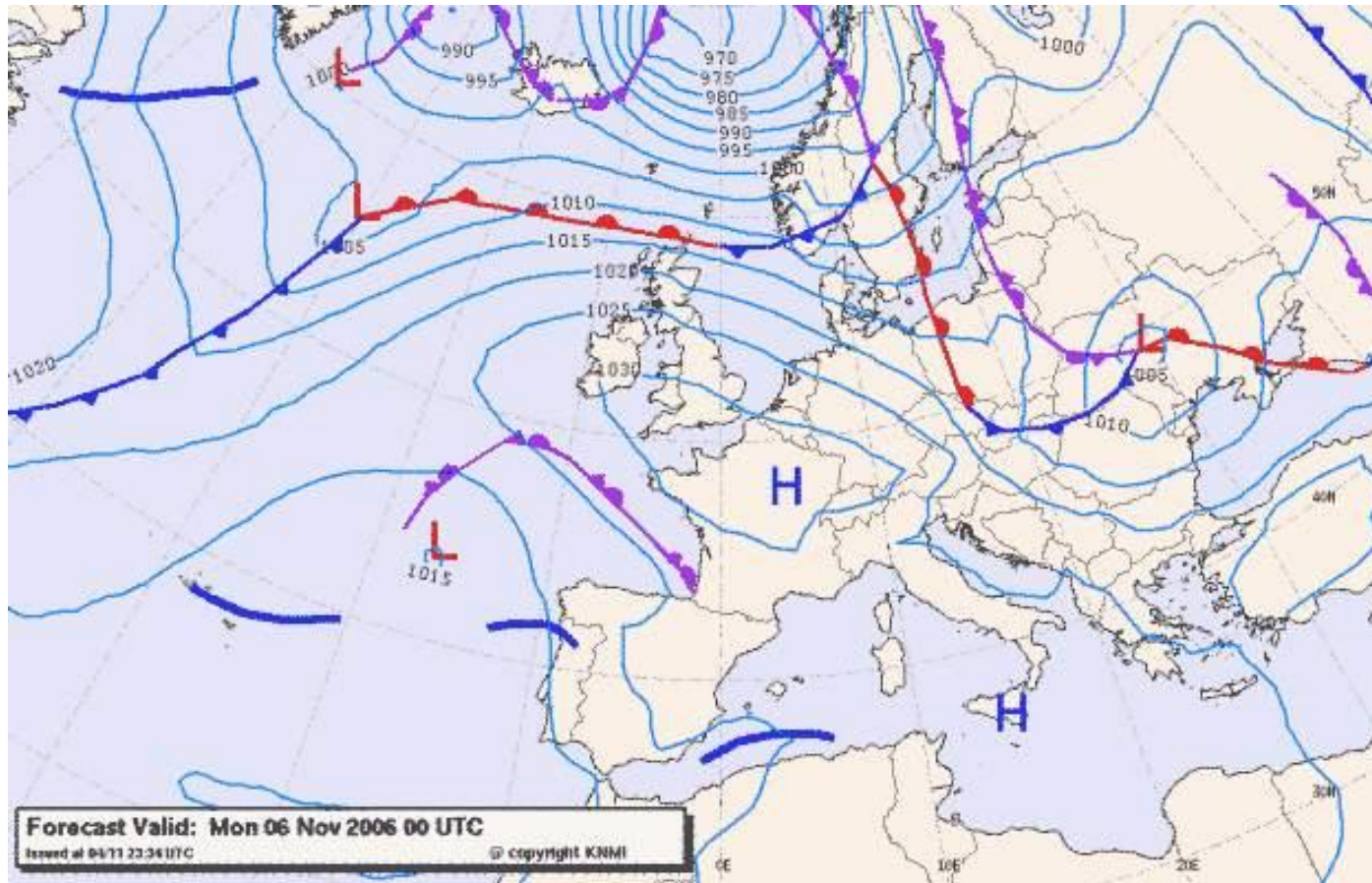
contrafforte



I diversi aspetti del suolo

i vari tipi di rilievo (versanti, valli, terrazze, creste, avvallamenti) sono rappresentati sulla carta da andamenti delle curve ben definiti.

Le curve isobare (**campo di pressione**)



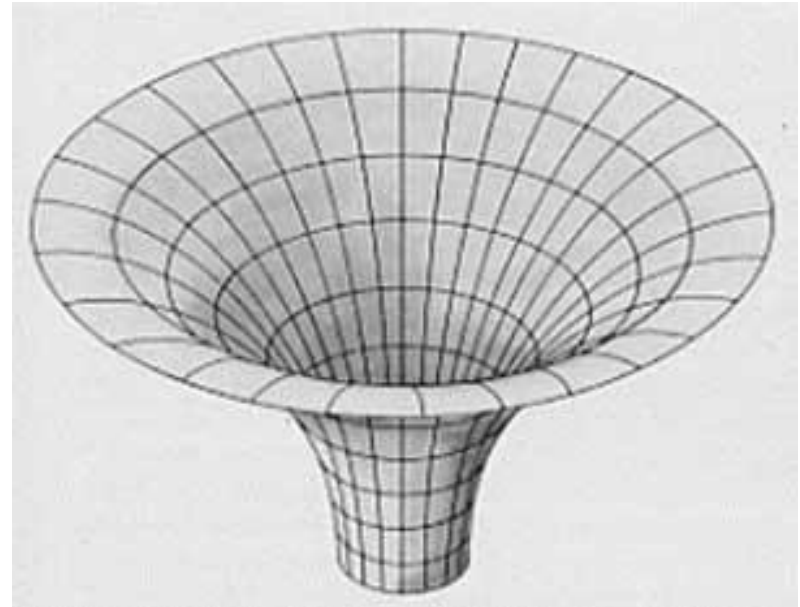
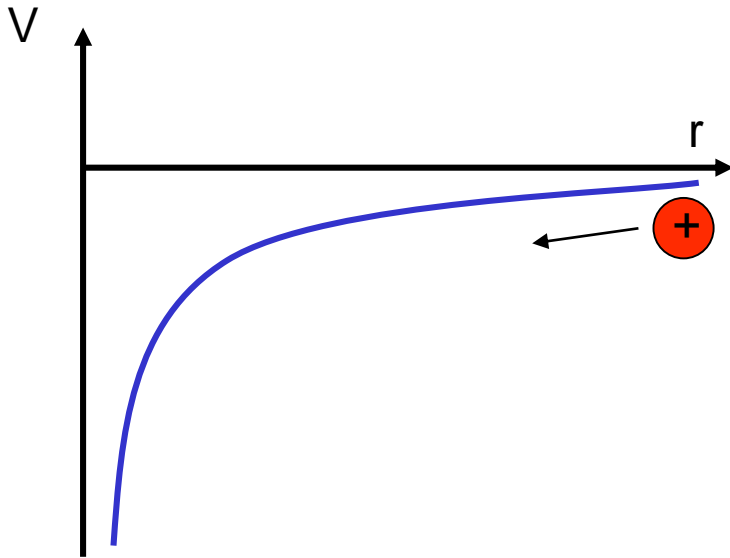
Le linee in azzurro sono le curve a pressione costante (valori attesi a livello del mare); le linee blu sono i fronti freddi, quelle rosse i fronti caldi.

Dove le isobare sono molto vicine significa che la pressione atmosferica varia molto rapidamente (elevato gradiente di pressione); in queste zone in genere i venti (ad esse paralleli) sono molto forti

Le superfici equipotenziali **equipotenziali**

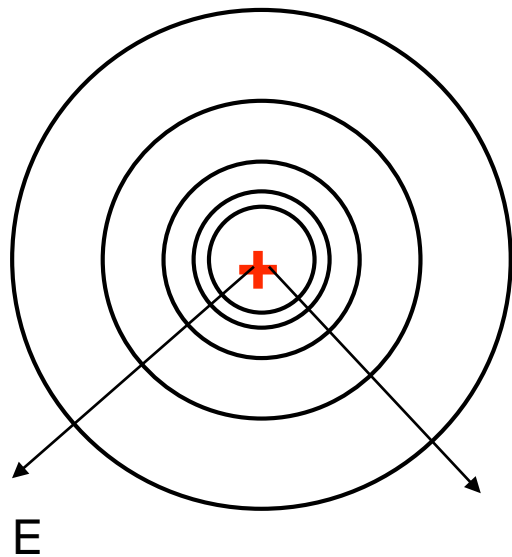
$$V(r) = -\frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{Q}{r}$$

Una carica puntiforme negativa genera un campo elettrico il cui potenziale ha la forma di una buca (infatti le cariche positive vi cadono dentro); si chiama **buca di potenziale**

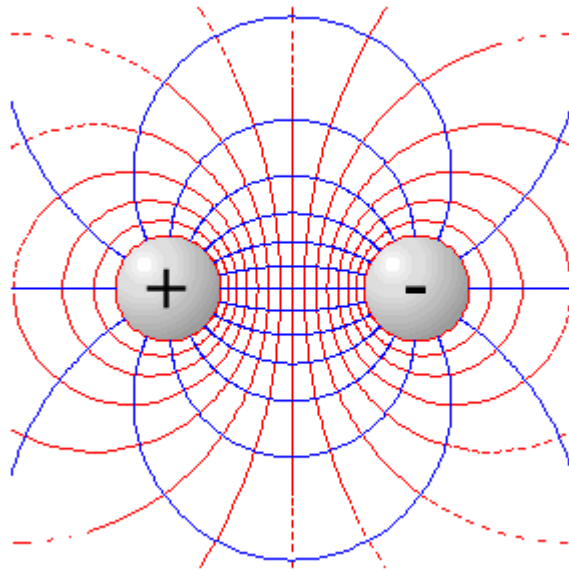


Le superfici equipotenziali di questa configurazione saranno tante circonferenza concentriche la cui distanza relativa diminuisce avvicinandosi alla carica stessa

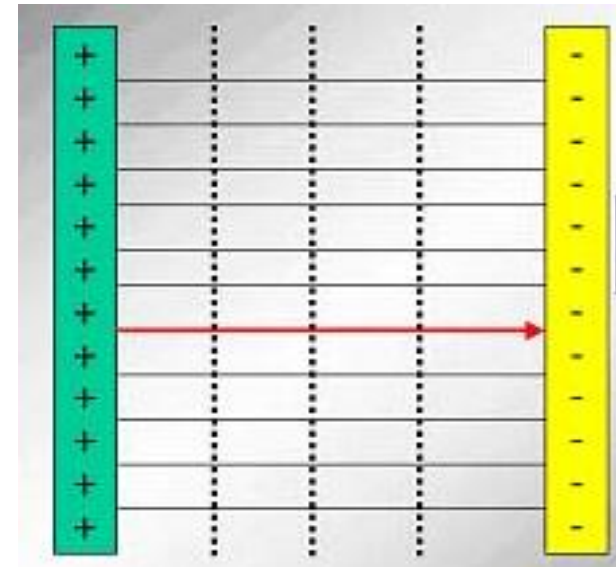
Le superfici equipotenziali



Carica puntiforme



Dipolo elettrico



Armature piane
(condensatore)

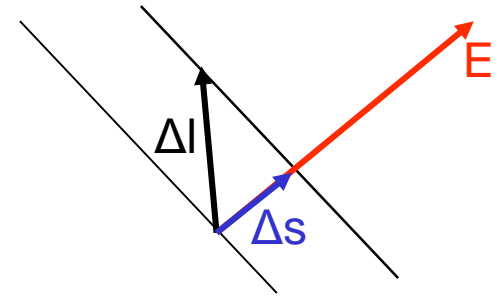
- ❖ Sono il luogo dei punti che hanno tutti lo stesso potenziale elettrico
- ❖ Sono perpendicolari alle linee di forza del campo elettrico (dimostrazione)
- ❖ Le linee di forza sono dirette da zone a potenziale minore verso zone a potenziale maggiore

Relazione tra **campo elettrico e superfici equipotenziali**

$$\Delta V = \frac{-W}{q} = \frac{-q \vec{E} \cdot \vec{\Delta l}}{q} = -\vec{E} \cdot \vec{\Delta l}$$

Ma... $\vec{E} \cdot \vec{\Delta l} = E \Delta l \cos \alpha = E \Delta s$

Distanza tra superfici equipotenziali



E quindi...

$$E = -\frac{\Delta V}{\Delta s}$$

Il campo elettrico è la variazione del potenziale rispetto alla distanza tra superfici equipotenziali (gradiente di potenziale) cambiata di segno

Analogia con quanto visto per le curve di livello del campo gravitazionale:

- il potenziale è la collina, il campo elettrico la sua pendenza
- se le superfici equipotenziali sono più vicine allora il campo elettrico varia più rapidamente

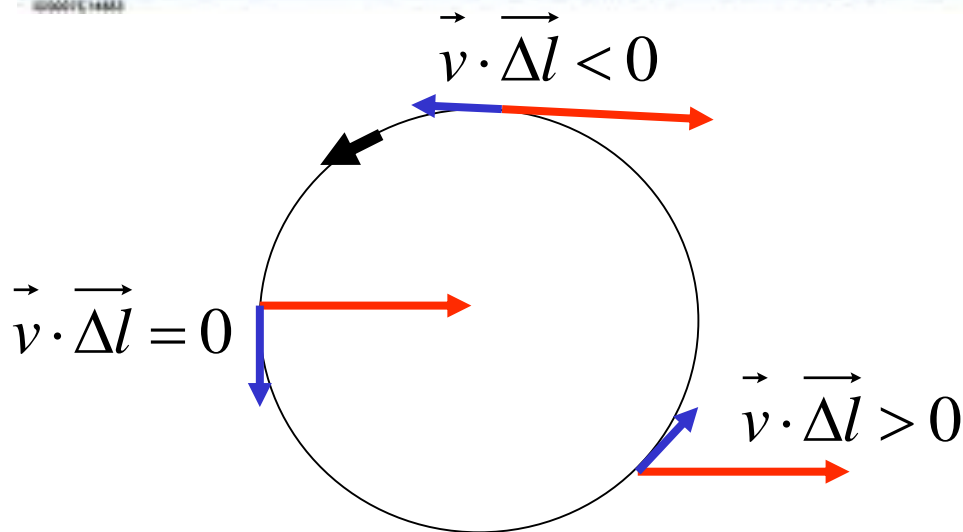
La Circuitazione



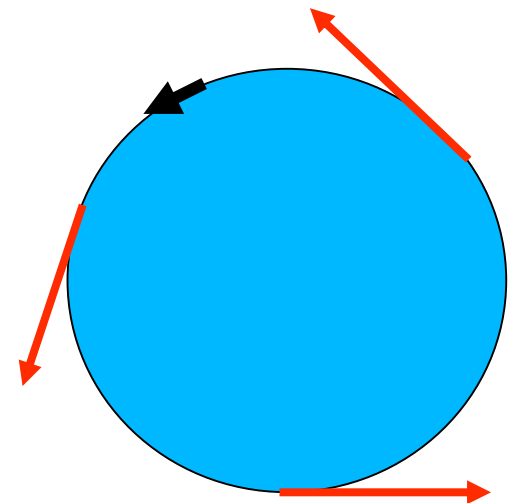
Si considera una linea chiusa orientata e la si divide in n parti (così piccole da essere considerate rettilinee) che indico con Δl_i

Considero i prodotti scalari tra il vettore di campo (in fluidodinamica la velocità di fluido) e gli n vettori spostamento

La somma di tutti questi prodotti scalari si chiama circuitazione lungo la linea L



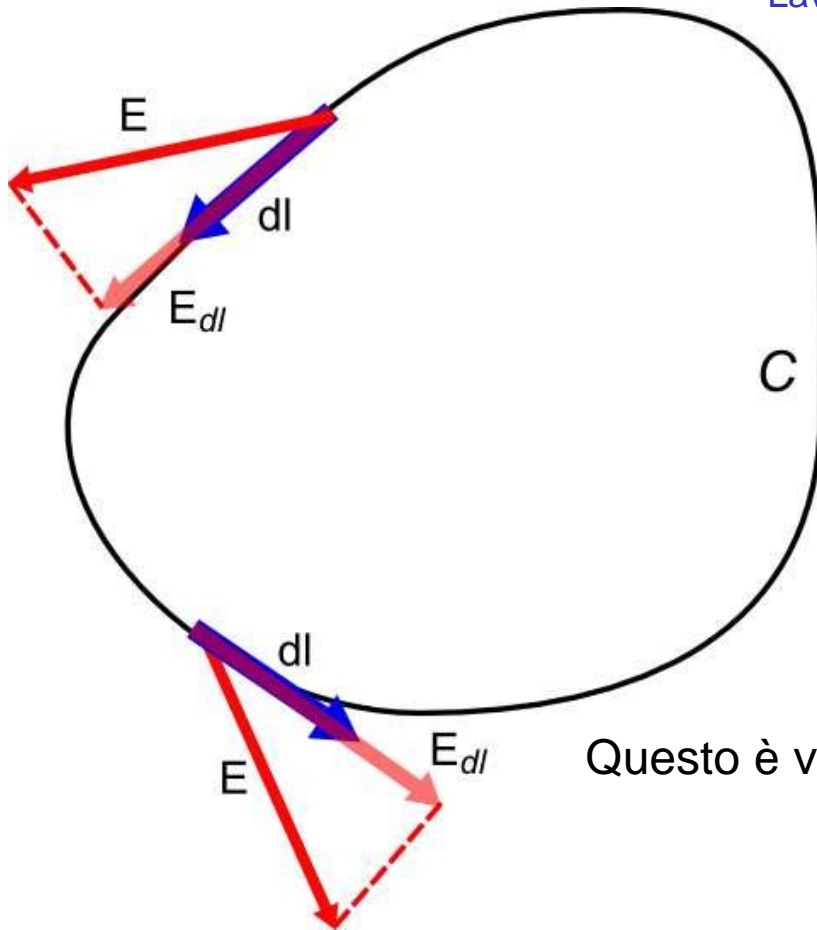
Moto laminare = circuitazione nulla



Moto turbolento = circuitazione >0

Circuitazione del campo elettrico

Lavoro del campo elettrico lungo il trattino Δl_i



Per quanto già visto:

$$\vec{E}_i \cdot \vec{\Delta l}_i = -\Delta V_i$$

Quindi, dato che la linea è chiusa, la somma di tutti i prodotti scalari (ovvero la circuitazione del campo elettrico) è zero:

$$(V_1 - V_2) + (V_2 - V_3) + \dots + (V_{n-1} - V_1) = 0$$

Questo è vero perché il campo elettrico è conservativo



PROPRIETA' GENERALE:

se la circuitazione di un campo è zero lungo qualsiasi curva chiusa, allora il campo è conservativo