



Zeno Martini (admin)

FORZA DI COULOMB

14 January 2006

Domanda:

Perché la forza di Coulomb è conservativa? E come si dimostra?

Risponde admin

Su un qualsiasi libro di fisica si trova la risposta, ovviamente. Ad ogni modo, visto che la domanda è stata posta ad Electroportal, cercherò di dare una risposta, che non sarà rigorosissima dal punto di vista matematico, ma, spero, chiarificatrice, o che almeno possa fornire idee e stimoli per approfondire autonomamente il concetto.

Una forza è conservativa se il lavoro fatto quando il suo punto di applicazione compie una traiettoria qualsiasi, dipende esclusivamente dagli estremi di essa.

È una semplice definizione in fondo, ma perché quell'aggettivo? Così che si conserva?

La definizione implica l'esistenza di una proprietà dei punti dello spazio in cui la forza si manifesta (il campo), detta funzione potenziale scalare o, semplicemente, potenziale. La differenza tra i valori che il potenziale assume nei vari punti corrisponde al lavoro. Se i due punti coincidono, cioè se il percorso è chiuso, il lavoro complessivo è nullo. Il primo principio della termodinamica afferma che in un sistema chiuso l'energia totale si conserva. Poiché ad un lavoro corrisponde una variazione di energia, se è nullo il lavoro fatto da una forza su un corpo che, dopo una qualsiasi evoluzione, ritorna allo stato iniziale, significa che l'energia di quel corpo non ha subito variazioni: si è conservata.

La dimostrazione matematica consiste nel verificare che la forza considerata, nel caso specifico la forza di Coulomb, soddisfa alla definizione. Il lavoro di una forza è il prodotto della forza per lo spostamento nella direzione della forza. Il calcolo del lavoro tra due punti qualsiasi è un integrale. Se la forza è conservativa deve esistere la primitiva di quell'integrale, cioè la funzione dei punti dello spazio la cui derivata nella direzione di uno spostamento qualsiasi fornisce il valore della forza secondo quella direzione. Se x è la distanza dalla carica considerata sorgente della forza misurata lungo la direzione secondo cui la forza agisce, la forza di Coulomb vale $F = k/x^2$, con k costante dipendente dal mezzo fisico e dal valore delle cariche. Per uno spostamento tra due punti A e B il lavoro è dato da: $L_{AB} = \text{Integrale}_{A,B}(k/$

$$x^2)dx) = k/x_A - k/x_B.$$

La funzione $U = -k/x + C$ dove C è una costante arbitraria, permette di scrivere $U_{AB} = U_A - U_B$. Essa è il potenziale ed ha come derivata proprio $F = k/x^2$ che è l'espressione della forza di Coulomb.