

Ovviamente, perché la [3.3] abbia significato, è necessario che il lavoro L_A dipenda solamente dagli stati O e A , e non dal particolare modo in cui si è compiuta la trasformazione da O ad A . Abbiamo già notato che questa proprietà segue dalla [3.1]. Se si trovasse sperimentalmente che essa non è verificata, questo vorrebbe dire che nel nostro sistema l'energia non è conservata, oppure che si deve tener conto, oltre che del lavoro meccanico, di altri tipi di scambi di energia.

Supporremo per il momento che il lavoro compiuto dal nostro sistema meccanico durante una qualunque trasformazione dipenda solamente dagli stati iniziale e finale della trasformazione; si potrà allora usare la [3.3] come definizione dell'energia.

Possiamo ottenere immediatamente la [3.1] dalla [3.3] nel modo seguente. Una trasformazione tra due qualunque stati A e B può sempre essere effettuata mediante la successione di due trasformazioni: dapprima una trasformazione dallo stato A allo stato di riferimento O , e poi una trasformazione da O a B . Poiché durante queste due trasformazioni il sistema compie rispettivamente i lavori $-L_A$ e $+L_B$, il lavoro totale compiuto durante la trasformazione da A a B (che è indipendente dal modo particolare in cui si compie la trasformazione) è

$$L = -L_A + L_B.$$

Dalla [3.3] e dall'analoga equazione

$$U_B = -L_B,$$

otteniamo ora

$$U_B - U_A = -L,$$

che è identica alla [3.1].

Osserviamo infine che la definizione [3.3] di energia non è univoca, infatti essa dipende dalla particolare scelta dello stato di riferimento O . Se invece di O avessimo scelto uno stato diverso, O' , avremmo ottenuto un diverso valore,

U'_A , per l'energia dello stato A . Può essere mostrato facilmente, tuttavia, che U'_A e U_A differiscono soltanto per una costante additiva. Infatti, la trasformazione da O' ad A può essere presa uguale alla successione di due trasformazioni: una che va da O' a O , e l'altra che va da O ad A . Il lavoro L'_A compiuto dal sistema nel passaggio da O' ad A è quindi uguale a

$$L'_A = L_{O'O} + L_A,$$

dove $L_{O'O}$ è il lavoro compiuto dal sistema nel passaggio da O' a O . E tenendo conto che

$$U_A = -L_A \quad \text{e} \quad U'_A = -L'_A,$$

si ha

$$U_A - U'_A = L_{O'O},$$

da cui si vede che i valori dell'energia secondo le due diverse definizioni differiscono solo per la costante $L_{O'O}$.

Questa costante additiva indeterminata che compare nella definizione dell'energia è, come è ben noto, una caratteristica essenziale del concetto di energia. Tuttavia, poiché in pratica si considerano solamente differenze di energia, la costante additiva non compare nei risultati finali.

La sola ipotesi implicita nella definizione di energia sopra data è che il lavoro totale compiuto dal sistema durante una qualunque trasformazione dipenda solamente dagli stati iniziale e finale della trasformazione. Abbiamo già notato che se questa ipotesi è contraddetta dall'esperienza, e tuttavia non si vuol rinunciare al principio di conservazione dell'energia, allora bisogna ammettere l'esistenza di altri modi, oltre al lavoro meccanico, per mezzo dei quali può avvenire uno scambio di energia tra il sistema e i corpi che lo circondano.

Prendiamo, per esempio, un sistema composto di una certa quantità di acqua. Consideriamo due stati A e B di questo sistema alla pressione atmosferica; siano t_A e t_B le temperature del sistema in questi due stati rispettiva-