

Mayer infatti così si esprime: "Le forze sono le cause: pertanto possiamo ad esse applicare pienamente il principio fondamentale che: *Causa aequat effectum*. Se la causa c ha l'effetto e , allora $c=e$."

"In una catena di cause ed effetti, un termine o una parte di un termine non può mai annullarsi. Questa prima proprietà di tutte le cause è chiamata la loro indistruttibilità. (...) Dato che c si trasforma in e ed e in f , ecc., dobbiamo considerare queste varie grandezze come forme differenti sotto le quali una e la stessa entità fa la sua apparizione.

"Questa capacità di assumere varie forme è la seconda proprietà essenziale di tutte le cause. Prendendo insieme le due proprietà, possiamo dire, le cause sono entità quantitativamente indistruttibili e qualitativamente convertibili. (...) Le forze pertanto sono entità indistruttibili e convertibili".

Si nota subito, a parte ancora l'uso del vocabolo forza invece che energia, l'espressione in forma qualitativa del principio di conservazione dell'energia, la prima espressione esplicita.

Mayer parte da dati già noti, reinterpretandoli, in particolare da quelli relativi ai calori specifici per i gas: c_p e c_v . In particolare per l'aria $c_v = 0,17 \text{ (cal/g)/}^\circ\text{C}$ e $c_p = 0,24 \text{ (cal/g)/}^\circ\text{C}$ la differenza tra i due calori specifici indica che l'espansione di un gas è associata con uno scambio di calore con l'esterno, e ciò era noto in generale agli scienziati del primo '800. Ciò che non era molto noto era che se un gas si espande liberamente nel vuoto (invece che ad es. spingere un pistone) allora non c'è scambio di calore con l'esterno, cioè non c'è raffreddamento. Mayer assunse che, dato $c_p = 0,24$ e $c_v = 0,17$, le $0,17$ calorie necessarie a fare aumentare di 1°C la temperatura fossero le stesse in entrambi i casi e che le $0,07$ calorie di differenza servissero, nel caso della pressione costante, a muovere il pistone contro la pressione atmosferica. Calcolando il lavoro compiuto si ottengono circa $0,286 \text{ joules}$ dalle $0,07$ calorie. Cioè l'equivalente meccanico di 1 caloria sono circa 4 joules . Mayer diede un valore corrispondente a $3,6 \text{ joules}$ straordinariamente vicino a quello attuale di $4,18 \text{ joules}$, considerando gli esperimenti del 1807 sui quali si basavano i suoi conti.