

SADI CARNOT

di

Annamaria Viceconte PhD in Astrofisica Computazionale



Sadi Carnot, figlio maggiore di Lazare Carnot, nasce l'1 giugno 1796 a Parigi nel Palazzo del Petit-Luxembourg quando il padre faceva parte del Direttorio; il fratello minore Hippolyte è stato uno statista e Ministro dell'educazione.

Nel 1807 il padre si dimise da Ministro della Guerra e si dedicò all'istruzione dei figli ai quali insegnò matematica e scienze, oltre che lingue, arte e musica.

Per le sue doti e la sua grande curiosità per la scienza e la tecnica Sadi Carnot si iscrisse al Liceo Carlomagno di Parigi e, nel 1812, sostenne l'esame di ammissione all'*Ecole Polytechnique*, dove si diplomò nel 1814; quindi frequentò corsi alla Sorbona e al *College de France* iniziando a studiare il comportamento dei gas.

Sadi aveva un interesse spiccato per tutti gli aspetti del sapere, la passione per la musica e suonava il violino discretamente, oltre ad essere abile anche in vari sport quali la ginnastica, la scherma, il nuoto, la danza ed il pattinaggio.

Nel 1821 egli vide per la prima volta un motore a vapore e, essendo stato profondamente colpito dalla nuova macchina, si pose l'obiettivo di sviluppare una teoria generale sui motori a vapore, volta a migliorarne il comportamento. Il suo primo lavoro importante fu un articolo che scrisse nel 1822-23, che conteneva un'espressione matematica per il lavoro prodotto da un chilo di vapore; tuttavia, questo documento non è mai stato pubblicato ed è stato scoperto nella forma manoscritta solo nel 1966.

Nel 1823, quindi, ha iniziato a lavorare alla stesura di un libro con il quale si propone di rispondere a due domande: se esista un limite superiore alla produzione di lavoro

mediante il calore e quale sia il modo più efficiente di produrre lavoro mediante il calore.

Nel 1824 pubblica *Reflexions sur la puissance motrice du feu e sur les machines propres a developper cette puissance*, nel quale propone una teoria sul funzionamento del calore. In esso lo scienziato ha immaginato una macchina termica ideale, che potesse trasformare energia termica in lavoro meccanico; in essa un fluido ideale, il *calorique*, compie un ciclo termico, noto in seguito come *ciclo di Carnot*, composto di quattro fasi, cioè un'espansione isoterma (cioè a temperatura costante), un'espansione adiabatica (cioè senza scambio di calore con l'ambiente esterno), una compressione isoterma ed una compressione adiabatica, dopo le quali il fluido torna nelle condizioni iniziali ed è pronto ad iniziare un nuovo ciclo. Dimostra, poi, che il rendimento del suo “motore ideale” dipende solo dalla differenza di temperatura e non dal particolare fluido impiegato.

Ciò viene esposto nel famoso *teorema di Carnot* il cui enunciato è il seguente:

“Qualsiasi macchina termodinamica che lavori tra due sorgenti di calore a diversa temperatura, deve necessariamente avere un rendimento che non può superare quello della macchina di Carnot che lavora tra le stesse temperature”.

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

dove η rappresenta il rendimento e $T_1 > T_2$ sono le temperature tra le quali lavora la macchina.



Il risultato teorico più importante del teorema è, dunque, quello secondo il quale è impossibile ottenere un rendimento pari ad 1, cioè del 100%, in quanto una certa quantità di calore viene necessariamente sprecata. In altri termini, mentre un'energia meccanica o elettrica può essere trasformata integralmente in una forma di energia più degradata, come quella costituita dal calore, quest'ultimo non potrà mai essere convertito del tutto in energia meccanica o elettrica.

Quanto esposto sul rendimento ha anche una valenza filosofica; infatti si può dire che il teorema afferma che la natura ed il mondo si trasformano continuamente, ma, tranne che in qualche caso molto particolare, sempre in un senso irreversibile.

Quindi Carnot può essere considerato “il padre della termodinamica” e, a partire da quanto detto, successivamente, Clausius arriverà al concetto di *entropia*.

Nel giugno 1832 Sadi Carnot si ammalò, fu colto da colera e morì a soli 36 anni dopo un solo giorno di malattia.