

# 1 James Clerk Maxwell

## Le basi della termodinamica

J.C. Maxwell, *Teoria del calore*, pp. V e VI, in *Grande antologia filosofica*, vol. XXXI, Milano, Marzorati, 1989, pp. 110-111; J.C. Maxwell, *Materia e moto*, trad. di G. Cantoni, Milano, F.lli Dumolard, 1881, § 16, pp. 8-9

Riportiamo qui due brani di Maxwell, in cui l'autore chiarisce le basi concettuali fondamentali della termodinamica. Il primo brano è tratto dalla prefazione alla *Teoria del calore* (1871), testo divulgativo uscito in una collana di libri di scienza «ad uso degli artigiani e degli studenti delle scuole pubbliche». Oltre a definire le tappe che hanno portato alla termodinamica, il brano illustra il metodo di ricerca di Maxwell: 1) traduzione quantitativa dei fenomeni sotto studio; 2) esame delle correlazioni tra questi fenomeni e altri fenomeni collegati (e quantificati), ma appartenenti a un

campo di ricerca diverso; 3) formulazione di ipotesi più generali, in grado di spiegare le correlazioni e di unificare i campi di ricerca. Il secondo brano invece riporta il § 16 di *Materia e moto* (1877), una delle ultime pubblicazioni di Maxwell. In esso, l'autore critica uno dei pilastri della meccanica cartesiana e conferma la necessità di spostare l'attenzione dei fisici dalle proprietà dei corpi alle proprietà dei campi, cioè delle regioni spaziali attraversate da linee di forza: spostamento compiuto dallo stesso Maxwell nel suo *Trattato di elettricità e magnetismo* (1873).

### La scienza del calore

La quantificazione dei fenomeni termici

Lo scopo di quest'opera è di mettere in evidenza, da un punto di vista scientifico, il legame che unisce le diverse tappe dello sviluppo delle nostre conoscenze relative ai fenomeni del calore. L'invenzione del termometro, lo strumento che serve a determinare e a confrontare le temperature, è stata la prima di queste tappe. La seconda ha avuto per oggetto la misura della quantità di calore, è stata cioè la calorimetria.

Oggetto e punto di partenza della termodinamica

Tutta la scienza del calore si basa sulla misura delle temperature e delle quantità di calore, e solo quando questi due primi gradi della conoscenza sono ben recepiti, si può passare alla terza tappa, che ha portato alla ricerca dei rapporti tra proprietà termiche e proprietà meccaniche dei corpi, ricerca che costituisce l'oggetto della *Termodinamica*. Questa parte della scienza si basa sulla considerazione dell'*energia intrinseca* di un sistema di corpi, energia che è in relazione con le temperature e con lo stato fisico dei corpi, come pure con la loro forma, con il loro movimento e con le loro posizioni relative.

Un fenomeno speciale della termodinamica: la dissipazione dell'energia

Una parte soltanto di questa energia, tuttavia, è suscettibile di produrre un lavoro meccanico, e benché l'energia di per se stessa sia indistruttibile, la parte utilizzabile tende a diminuire per l'intervento di certi processi naturali, come la conduzione, l'irraggiamento del calore, l'attrito e la viscosità. Questi fenomeni, nei quali una parte dell'energia, come sorgente di lavoro, è resa inutilizzabile, sono classificati sotto il nome di fenomeni di *dissipazione dell'energia* e formano l'oggetto della sezione successiva della presente opera.

L'ultimo capitolo è consacrato alla spiegazione dei diversi fenomeni, nell'ipotesi che i corpi si compungano di molecole e che il movimento di queste altro non sia che il calore dei corpi.

Un'ipotesi generalizzante sulla costituzione dei corpi

## Spazio e materia

Appare pertanto che la distanza fra un oggetto e un altro non dipende da alcun altro oggetto materiale ad essi frapposto, come parve asserire Descartes quando disse (*Principia Philosophiae* II, 18) che ove si estraesse il contenuto da un vaso cavo, senza che un altro subentrasse a riempirlo, le pareti del vaso, non avendo frapposto alcunché, verrebbero a contatto.

La distanza tra due oggetti non è a sua volta un oggetto

Questa asserzione è fondata sul dogma di Descartes che l'estensione in lunghezza, larghezza e profondità, che costituisce lo spazio, sia l'unica essenziale proprietà della materia. «La natura della materia o di un corpo in generale» dice egli, «non consiste nell'essere un oggetto duro, o pesante, o colorato; sibbene unicamente nell'essere un ente esteso in lunghezza, larghezza e profondità» (*Principia Philosophiae* II, 4). Col confondere così la proprietà della materia con quella dello spazio, egli arriva a questa logica conclusione, che ove si potesse completamente cavare la materia contenuta in un vaso, lo spazio entro il medesimo non potrebbe più esistere. Eppure egli ammette che ogni spazio debba essere ripieno di materia.

Descartes non riesce a separare la nozione di spazio da quella di materia

Vollì ricordare codesta opinione di Descartes, affine di mostrare l'importanza di profonde vedute nella dinamica elementare. Tuttavia la precipua proprietà della materia fu nettamente annunciata da Descartes nell'opera anzidetta, e denominata la *prima legge della natura* (*Principia Philosophiae* II, 37): «ogni individua cosa, per quanto è in lei, persevera nel medesimo stato, sia questo di riposo o di moto». [...] Nelle parole «per quanto è in lei» propriamente intese è basata la vera e prima definizione di materia, e la vera misura della sua quantità. Tuttavia Descartes non arrivò mai ad intendere completamente le proprie parole [...], e quindi ricadde nella primitiva confusione della materia collo spazio [...].

La formulazione cartesiana del principio d'inerzia

Questo errore riscontrasi per tutta la grande opera di Descartes, e forma uno dei fondamenti del sistema di Spinoza. Né intraprenderò di seguirlo fino ai tempi moderni; vorrei solo avvertire coloro, i quali studiano alcun sistema di metafisica, di esaminare accuratamente quella parte di esso che si occupa delle idee fisiche. E si troverà che torna assai più proficuo al progresso scientifico il riconoscere con Newton le idee di spazio e di tempo, siccome distinte, almeno mentalmente, da quelle del sistema materiale, le cui relazioni vengono appunto da queste idee coordinate.

Il sistema spazio-temporale è indipendente dal sistema materiale

**■ GUIDA ALLA LETTURA**

- 1) Quali sono i cinque capitoli della teoria del calore?
- 2) Quale fenomeno particolare riusciamo a osservare, facendo interagire teoria del calore e meccanica?
- 3) Cosa intende l'autore con «energia»?
- 4) La meccanica cartesiana ha alla base una confusione concettuale: quale?
- 5) Quali sono le conseguenze di questa confusione?
- 6) Che cosa propone, al contrario, Maxwell?

**■ GUIDA ALLA COMPRENSIONE**

- 1) L'energia è indistruttibile ma si dissipa. Che cosa significa?
- 2) Perché l'ipotesi finale di Maxwell unifica i campi della termologia e della meccanica?
- 3) Quale nozione della metafisica cartesiana ingloba la confusione concettuale contestata da Maxwell?
- 4) Dati i suoi presupposti, la meccanica cartesiana prevede l'esistenza del vuoto? Argomenta la risposta.

**■ OLTRE IL TESTO**

Tenendo presente anche quanto riportato nella parte manualistica, soffermati sulla relazione tra il fenomeno della dissipazione dell'energia e l'ipotesi della morte termica dell'universo. Prova a immaginare le caratteristiche di un universo termicamente morto e se ne è possibile una conoscenza scientifica.