Su di un miglioramento dell'equazione spettrale di Wien; di M. Planck*

(esposto nella riunione del 19 ottobre 1900.)

(si veda a pagina 181 sopra)

Gli interessanti risultati comunicati nella seduta di oggi dal Sig. KURLBAUM, riguardanti misure di energia da lui eseguite in collaborazione con il Sig. RUBENS, nel campo delle onde spettrali più lunghe, hanno confermato energicamente l'affermazione, sollevata per la prima volta dai Sigg. LUMMER e PRINGSHEIM sulla base delle loro osservazioni, che la legge di distribuzione dell'energia di WIEN non possiede il significato generale che gli era stato attribuito da più parti, ma che questa legge anzi ha tutt'al più il carattere di una legge limite, la cui oltremodo semplice forma deve la sua origine solo alla limitazione di piccole lunghezze d'onda o basse temperature.[1] Siccome io stesso ho sostenuto qui l'opinione della necessità della legge di WIEN, mi sia quindi concesso di presentare brevemente come la teoria elettromagnetica della radiazione da me sviluppata si confronta con i fatti osservativi.

Secondo questa teoria, la legge di distribuzione dell'energia è determinata non appena è nota l'entropia S di un risonatore lineare, che reagisce a radiazione, come funzione della sua energia di vibrazione U. Io ho però già sottolineato nel mio ultimo lavoro su questo tema[2], che la legge dell'aumento dell'entropia di per sé non basta ancora a determinare completamente questa funzione. All'opinione sulla generalità della legge di WIEN io fui condotto più che altro da una particolare considerazione, cioè attraverso il calcolo di un aumento di entropia infinitamente piccolo di un sistema di n risonatori uguali che si trova in un campo di radiazione stazionario, dal quale, usando due metodi differenti, risultò l'equazione:[3]

$$dU_n \,.\, \Delta U_n \,.\, f(U_n) = n dU \,.\, \Delta U \,.\, f(U) \;,$$

dove

$$U_n = nU \quad \text{ e } \quad f(U) = -\frac{3}{5}\frac{d^2S}{dU^2} \;,$$

---

*Titolo originale: *Ueber eine Verbesserung der Wien'schen Spectralgleichung.* Pubblicato in: *Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft.* 2: 202–204. Tradotto da Oliver F. Piattella.

[1]Anche il Sig. PASCHEN, come egli mi comunicò brevemente, ha stabilito recentemente evidenti deviazioni dalla legge di WIEN.

[2]M. PLANCK, Ann. d. Phys. 1. p. 730. 1900.

[3]l. c. p. 732.

dalla quale risulta quindi la legge di WIEN nella forma:

$$\frac{d^2S}{dU^2} = \frac{\text{cost.}}{U} \ .$$

In quell'equazione funzionale l'espressione del membro a destra rappresenta sicuramente la variazione di entropia menzionata, poiché si svolgono n processi completamente identici e indipendenti uno dall'altro, le cui variazioni di entropia devono quindi semplicemente addizionarsi. D'altra parte io invece considererei ben possibile, seppure non ancora facilmente comprensibile e ad ogni modo difficilmente dimostrabile, che l'espressione a sinistra non possiede in generale il significato da me precedentemente attribuitole, in altre parole: che i valori di U_n, dU_n e ΔU_n non sono per nulla sufficienti a determinare la variazione di entropia in questione, ma che per questo deve essere conosciuta anche la stessa U. Nel perseguimento di questa idea sono alla fine arrivato a costruire piuttosto arbitrariamente delle espressioni per l'entropia, che, sebbene più complicate dell'espressione di WIEN, come questa sembrano soddisfare tutti i requisiti delle teorie termodinamica e elettromagnetica.

Ora, tra le espressioni così ottenute mi sono accorto in particolare di una che si avvicina di più in termini di semplicità a quella di WIEN e che, siccome quest'ultima non basta a rappresentare tutte le osservazioni, meriterebbe bene perciò di essere esaminata più da vicino. La stessa si ottiene quando si pone[4]:

$$\frac{d^2S}{dU^2} = \frac{\alpha}{U(\beta + U)} \ .$$

È di gran lunga la più semplice tra tutte le espressioni che forniscono S come funzione logaritmica di U (che il calcolo delle probabilità spinge a supporre) e che inoltre si trasforma nell'espressione di WIEN sopra per piccoli valori di U. Attraverso l'uso della relazione:

$$\frac{dS}{dU} = \frac{1}{T}$$

e della legge "dello spostamento" di WIEN,[5] si ottiene da qui la formula di radiazione con due costanti:

$$E = \frac{C\lambda^{-5}}{e^{\frac{c}{\lambda T}} - 1} \ ,$$

che, per quanto posso vedere al momento, riproduce l'andamento dei valori osservati finora pubblicati in modo tanto soddisfacente quanto le migliori equazioni

[4]Parto dalla derivata seconda di S rispetto a U perché questa grandezza possiede un significato fisico semplice. (l. c. p. 731.)

[5]L'espressione della legge dello spostamento di WIEN è semplice:

$$S = f\left(\frac{U}{\nu}\right) \ ,$$

dove ν rappresenta la frequenza del risonatore. La presenterò in un'altra occasione.

spettrali finora proposte, cioè quelle di THIESEN[6], quella di LUMMER-JAHNKE[7] e quella di LUMMER-PRINGSHEIM.[8] (per citarne alcune) Vorrei permettermi perciò di dirigere la vostra attenzione su questa nuova formula che io ritengo la più semplice dopo quella di WIEN dal punto di vista della teoria elettromagnetica della radiazione.

Stampato da Metzger e Wittig a Lipsia

[6]M. THIESEN, Verhandl. d. Deutsch. Physikal. Gesellsch. 2. p. 67. 1900. Là viene anche detto che il Sig. THIESEN aveva già proposto la sua formula prima che i Sigg. LUMMER e PRINGSHEIM estendessero le loro misurazioni a lunghezze d'onda maggiori. Sottolineo ciò qui perché io avevo dato un'interpretazione piuttosto differente prima dell'apparizione della citata pubblicazione. (M. PLANCK, Ann. d. Phys. 1. p. 719. 1900).

[7]O. LUMMER e E. JAHNKE, Ann. d. Phys. 3. p. 288. 1900.

[8]O. LUMMER e E. PRINGSHEIM, Verhandl. d. Deutsch. Physikal. Gesellsch. 2. p. 174. 1900.