

IL CALORE RADIANTE DELLA LUNA UNA PROVA PER L'IDENTITÀ DELLA RADIAZIONE TERMICA E LUMINOSA

Edvige Schettino

Dipartimento di Scienze Fisiche

Università degli Studi di Napoli Federico II

ABSTRACT. Gli esperimenti sul calore radiante della Luna si inquadrano in un programma di ricerca più generale, che partendo dalle analogie in fisica, si propone, intorno agli anni 1830-1850, di mostrare l'identità della radiazione termica e luminosa.

Nel secolo scorso si attribuiva ad una emissione di calore radiante la capacità che hanno i corpi lurninosi o non di riscaldare a distanza¹. I primi esperimenti riguardanti il calore emesso da corpi caldi e luminosi al tempo stesso risalgono al XVIII secolo². Ma fu soprattutto la scoperta di William Herschel del 1800 a stimolare la ricerca sulla natura del calore radiante.

Il calore radiante proveniente da corpi luminosi, veniva distinto dal calore radiante oscuro cioè emesso da corpi non luminosi. Entrambi trasmessi "a distanza" erano distinti

¹ E. Ragozzino, E. Schettino, *Le prime esperienze sulla polarizzazione termica: due fisici a confronto*, Atti XI Congresso Nazionale di Storia della Fisica, Trento 1990.

² Edme Mariotte raccoglie nel fuoco di uno specchio concavo il calore emesso da una fiamma; Johann Heirich Lambert accende del carbone di legna in uno dei fuochi di un sistema di specchi coniugati e riesce a bruciare del combustibile disposto nell'altro fuoco. Auguste Pictet dispone la fiamma di una candela in uno dei fuochi ed il bulbo di un termometro nell'altro ed osserva un notevole innalzamento termico.

dal calore trasmesso "per contatto" cioè per conduzione o per convenzione³. Solo con gli esperimenti di François De La Roche⁴ del 1812 si pose fine a questa distinzione.

Un'intensa attività sperimentale si sviluppò tra gli anni 1800 e 1830 volte a trovare le leggi di propagazione del calore radiante. Le analogie sempre maggiori che si riscontravano portavano al diffondersi dell'opinione che il calore radiante e la luce fossero lo stesso fenomeno⁵. La natura del calore radiante si riduceva infatti al problema della natura della luce; tuttavia fino agli inizi degli anni trenta si era ancora lontani dall'aver riprodotto mediante sorgenti di calore radiante tutti i fenomeni seguiti dalla luce; ad esempio non vi era ancora nessuna prova certa dell'esistenza di fenomeni di polarizzazione per la radiazione termica. Inoltre non era ancora chiaro se la luce e il calore radiante fossero due enti distinti o se invece questi *non è altro che luce invisibile*.⁶

In questo programma di ricerche di analogie tra luce e calore radiante si inquadrano gli esperimenti che intorno agli anni trenta furono eseguiti da alcuni scienziati nel tentativo di mettere in evidenza la presenza di una radiazione calorifica nei raggi lunari⁷, la cui esistenza era infatti una prova sperimentale della teoria dell'identità i seguaci di questa teoria erano convinti che poiché *dove vi è la luce vi deve essere il calorico raggiate*, quindi anche *nella luce della Luna vi deve essere calore radiante*.

Tra i primi a studiare il calore radiante della Luna furono due fisici italiani Leopoldo Nobili e Macedonio Melloni. Alla fine degli anni venti i due scienziati avevano iniziato una collaborazione scientifica onde migliorare il termometro elettromagnetico ideato da Nobili alcuni anni prima. Lo strumento più noto con il nome di termomoltiplicatore è costituito da una pila termoelettrica collegata elettricamente ad un galvanometro astatico⁸. Nell'intento di mostrare la superiorità del termomoltiplicatore su analoghi strumenti di misura i due scienziati avevano programmato una serie di misure sul calore radiante, tra cui anche rivelare *nei raggi lunari una radiazione calorifica*. L'esperimento, tentato già da altri studiosi, risultava molto difficile da realizzarsi soprattutto perché non si sapeva minimizzare la perdita di radiazione calorifica della Luna a causa della *influenza frigorifica del cielo*.

Per raccogliere il calore radiante proveniente dalla Luna Nobili e Melloni utilizzarono uno specchio riflettore, nel cui fuoco era stata posta la pila termoelettrica, collegata elettricamente al galvanometro astatico. Durante l'esperimento la sospensione astatica del

³ Per quanto molti risultati sperimentali mostrassero il contrario, il calore radiante emesso da corpi caldi e luminosi veniva distinto dal calore radiante oscuro. Alcuni scienziati mettevano addirittura in discussione la sua esistenza; altri invece sostenevano che le sue proprietà erano simili a quelle della luce e gli effetti di riscaldamento osservati venivano attribuiti solo all'assorbimento della radiazione luminosa.

⁴ François de la Roche, *Observation sur le calorique rayonnant*, Journal de Physique de Genève, 75 (1812), 281.

⁵ Cfr. Stephen G. Brush, *The Kind of Motion we call Heat*, North Holland 1976.

⁶ A. M. Ampère, *Note de Ampère sur la chaleur et sur la lumière considérées comme résultant de mouvements vibratoires*, Annales de Chimie et de Physique, 58 (1835) 432.

⁷ Tentativi di rivelare un calore radiante della Luna c'erano stati anche nel passato, ma con strumenti quali i termometri a liquido e i termoscopi ad aria era impossibile poiché l'energia raccolta non era quasi mai sufficiente per permettere una sua rivelazione.

⁸ La corrente termoelettrica che si genera nel circuito viene misurata dall'angolo di deviazione dell'indice del galvanometro. Lo strumento, ideato da Leopoldo Nobili, fu in seguito modificato da Melloni per renderlo più efficace nelle misure sulla radiazione termica

galvanometro rimase immobile, evidenziando in questo modo l'assenza di una radiazione calorifica. L'abilità dei due sperimentatori li convinse tuttavia a non trarre delle conclusioni definitive, certi che la *Luna pur possedendo una temperatura propria da essa non può arrivare che una frazione di grado molto piccola*⁹.

Negli anni successivi Melloni continuò a sperimentare sulla natura del calore radiante con la convinzione che questi e la luce *originano da due cause distinte e nessun dubbio che l'ipotesi dell'identità non è sufficiente a spiegare un gran numero di fatti generali*¹⁰. Sull'argomento ebbe anche una disputa scientifica con il grande fisico francese André Marie Ampère, che tra il 1832 e il 1835 diede un contributo teorico all'ipotesi d'identità. Questi infatti sosteneva che *il calore radiante è nient'altro che luce invisibile e corrisponde a vibrazioni delle particelle dell'etere*¹¹.

Nel 1835 l'esperimento sul calore radiante della Luna fu ripetuto dal fisico scozzese James David Forbes. Questi per raccogliere la radiazione lunare si servì di una lente a gradinata del diametro di 76 cm e con una distanza focale di circa 102 cm¹². Con questa nuova disposizione tuttavia non si ottennero reali miglioramenti. La pila termoelettrica rivelava solo una debolissima radiazione termica: *the needle was steady beyond my expectation, and during an hour and a quarter that the observation lasted, I had probably at least twenty perfectly unexceptionable comparative observations, free from the influence of wind, and which invariably gave not the faintest indication of warmth. When I got a deviation of the needle at the moment of unscreening of the moon's rays, I verified it by screening them instantly, and watching for a return to zero, but I was always disappointed. I feel quite confident that the effect, if there was any, could not amount to a quarter of a degree of the galvanometer; and, owing to the dynamical effect which I have described of a first impulse that it is improbable that it amounted to half that quantity*¹³.

Per Forbes l'esperimento sul calore radiante della Luna non era una prova sperimentale per corroborare la teoria dell'identità, egli infatti era un convinto assertore di questa teoria a cui, tuttavia, era giunto da considerazioni di carattere più generali legate soprattutto alla sua adesione alla filosofia del senso comune¹⁴.

Tra il 1844 e il 1845 Melloni riprese l'esperimento sul calore radiante della Luna ma non più con l'intento di verificare la teoria dell'identità, egli infatti era oramai convinto della validità di questa teoria e aveva anche dato un suo personale contributo presentando sull'argomento una memoria alla Reale Accademia delle Scienze di Napoli¹⁵. L'occasione di ritornare sull'esperimento gli fu data invece dall'aver a disposizione una grande lente a gradinata costruita in Francia da Henry Lapaute, uno dei maggiori costruttori di fari francesi. La lente doveva essere installata nel Gabinetto di fisica dell'Osservatorio

⁹ Cfr. M. Melloni, L. Nobili, *Recherches sur plusieurs phénomènes calorifiques entreprises au moyen du thermomultiplicateur*, Annales de Chimie et de Physique, **48** (1831) 198.

¹⁰ M. Melloni, *Observations et expériences sur la théorie de l'identité*, Comptes Rendus **1** (1835) 503.

¹¹ Loc. cit.

¹² Queste erano state ideate da Buffon già nel XVIII Secolo ma solo nel 1820 fu realizzato un primo prototipo da Auguste Fresnel. Su questo modello se ne costruirono altri che furono utilizzati al posto degli specchi riflettori per migliorare l'illuminazione delle coste francesi.

¹³ J. D. Forbes, *On the Refraction and Polarization of Heat*, Transactions of the Royal Society of Edinburgh, **13** (1835-1836), 137-138.

¹⁴ Cfr. R. Olson, *Scottish and British Physics 1750-1880*, University Press, Princeton 1975.

¹⁵ M. Melloni, *Memoria sopra una colorazione particolare che manifestano i corpi*, Memorie di Matematica e Fisica della Società delle Scienze di Modena, **23** (842) 97-144.

meteorologico di cui Melloni aveva la direzione¹⁶. Poiché la costruzione dell'edificio tardava a completarsi la lente era stata depositata, su richiesta dello scienziato, nel laboratorio della sua casa di Portici.

Tra il 20 settembre e il 5 ottobre 1845 si tenne a Napoli il VII Congresso degli Scienziati. Melloni, quale direttore dell' Osservatorio meteorologico, fu invitato a pronunciare un discorso. Per quanto all'osservatorio, non si svolgeva alcuna ricerca perché alcune difficoltà dell'amministrazione di Federico II avevano ritardato il progetto¹⁷, tuttavia Melloni aveva intenzione comunque di illustrare ai congressisti le attività scientifiche che egli intendeva svolgere. Gli stava a cuore soprattutto esporre alcuni risultati a cui era recentemente giunto tra cui la misura del calore radiante della Luna. All'amico Antonio Ranieri scriveva: *Quantunque io conosca la mia insufficienza volevo però recare al Congresso qualche tentativo scientifico per tentare di mostrare non essere io del tutto indegno di una inaugurazione opportuna seria e filosofica dello stabilimento. Sapete quanti inutili tentativi si sono fatti onde vedere se v'era o no calore nella luce della Luna; per cui s'era finalmente venuti nell'opinione universale che la luce lunare fosse affatto fredda. Or bene, io posso ora mostrare con certo mio meccanismo, che questo opinione è compiutamente erronea e convincerò ognuno con esperienze facili, sicure, immancabili*¹⁸.

L'esperimento consisteva nell'esporre la lente di Lepaute *au beau clair de la lune*. La luce veniva focalizzata a circa un metro di distanza dalla luna. In questo *petit cercle très brillant* veniva posta la pila termoelettrica: *Je transportai la lentille en dedans de la croisée qui donnait sur le balcon, je fis appliquer à la croisée une natte pouvant aisément se relever afin de laisser entrer dans l'appartement les rayons lunaires, ou descendre pour les intercepter. Je tins la natte baissée jusqu'à ce que l'équilibre de la température fut établi, et, après m'être assuré qu'on obtint aucune déviation au rhéomètre lorsqu'on abattait le couvercle de la pile, qui occupait toujours le foyer de la lentille, je fis arriver sur l'instrument la lumière de la lune; il se manifesta une déviation de quelques degrés du côté de la chaleur*¹⁹.

Date le dimensioni della lente Melloni poté ottenere un fascio sufficientemente intenso da rivelare con la termopila il calore radiante della Luna. Egli provò anche che *l'action calorifique de la lune varie, comme on devait bien le prévoir, non seulement avec l'age, mais avec la hauteur de cet astre au-dessus de l'horizon*²⁰. Secondo Melloni anche se l'irraggiamento della Luna era sicuro *ma quelle est sa valeur en degrés thermométriques, quel est son rapport avec le rayonnement solaire*²¹. Per svariati anni questi interrogativi non trovarono risposta. Infatti agli inizi degli anni cinquanta l'astronomo François Arago così si esprimeva sulla questione: *Si è cercato di conoscere le proprietà de' raggi luminosi che ne vengono dalla Luna; ma le esperienze più delicate non han potuto far scoprire in*

¹⁶ Melloni era giunto a Napoli nel 1839 chiamato dal re Ferdinando II a dirigere l' Osservatorio meteorologico : cfr. E. Schettino, *Macedonio Melloni Carteggio 1819-1854*. Olschki Firenze 1994.

¹⁷ Per maggiori dettagli sulla storia dell'Osservatorio meteorologico cfr. E. Schettino, loc.cit.

¹⁸ Cfr. E. Schettino, loc. cit.

¹⁹ M. Melloni, *Sur la puissance calorifique de la Lumière de la Lune*, Comptes Rendus. **22** (1846), 541.

²⁰ Loc. cit.

²¹ Loc. cit.

*questa luce nè proprietà calorifiche nè chimiche di sorta. Melloni con un apparato ingegnoso e potente, è riuscito a rendere sensibile questo tenuissimo effetto, quantunque non abbia osato di assegnare il valore in parti del termometro centigrado*²².

Dopo gli anni cinquanta la ricerca sulla natura ondulatoria del calore radiante fu abbandonata essendo ormai da tutti accettata l'identità tra i fenomeni termici e luminosi²³. Solo alcuni astronomi, tra gli anni sessanta e settanta, eseguirono alcuni esperimenti sul calore radiante della Luna ma non con l'intento di verificare la teoria dell'identità. Charles Smyth ad esempio nel 1856 desiderando mostrare come le osservazioni astronomiche beneficiavano dell'eliminazione delle quote più alte dell'atmosfera, organizzò una spedizione sulle cime di Tenerife ove misurò con un termomoltiplicatore il potere calorifico della Luna²⁴. Nel 1879 anche William Parsons si cimentò con la stessa misura. Egli desiderava distinguere quanta radiazione lunare proveniva dal suo interno e non era invece dovuto al riscaldamento della sua superficie da parte del Sole.²⁵

²² Cfr. Ernesto Capocci, *François Arago Lezioni di Astronomia tradotte dal francese e annotate da Ernesto Capocci*, Napoli 1851.

²³ Cfr. Stephen G. Brush, loc. cit.

²⁴ Charles Piazzi Smyth, *An Astronomer's Experiment, Report on the Tenerife Astronomical Experiment of 1856*, 11-15 (1852-1880).

²⁵ William Parson, *On the Radiation of Heat from the Moon*, *Philosophical Magazine*, 27 (1864) 373;