



Daniele Missiroli

Sono nato a Ravenna e vivo a Bologna, dove lavoro come analista programmatore e consulente privacy nell'azienda che ho fondato. Laureato in fisica con lode, sono attratto da numeri, astronomia e scienze in generale, oltre che da fantascienza, fumetti e film. Scrivo libri di fantascienza e ho creato una serie ambientata su un lontano pianeta. Ho scritto anche un libro di matematica sul calcolo mentale.

Il vuoto

Tutti abbiamo usato almeno una volta un **thèrmos** per conservare qualcosa di caldo o di freddo. Costituito da una bottiglia a doppia parete, nella cui intercapedine è stato fatto il vuoto, serve a mantenere le bevande per qualche tempo a temperatura invariata. Come mai la temperatura non cambia? O per meglio dire: varia molto lentamente?

La temperatura è la proprietà fisica che registra il trasferimento di energia termica da un sistema a un altro. Quando due sistemi si trovano in equilibrio termico, non avviene nessun trasferimento e si dice che sono alla stessa temperatura. Invece, quando esiste una differenza di temperatura, il calore tende a muoversi dal sistema a temperatura più alta verso quello a temperatura più bassa, fino al raggiungimento dell'equilibrio termico. Il trasferimento di calore può avvenire per **conduzione**, **convezione** o **irraggiamento**.

La **conduzione** è la trasmissione di calore per contatto fra due corpi solidi, liquidi o gassosi. Se tocchiamo un oggetto caldo, rischiamo di scottarci. Il calore passa molto rapidamente dall'oggetto caldo alle nostre dita, che sono a una temperatura inferiore.

La **convezione**, invece, si ha quando un fluido (come l'acqua o l'aria) entra in contatto con un corpo la cui temperatura è maggiore di quella del fluido stesso. Aumentando di temperatura per conduzione, il fluido a contatto con l'oggetto si espande e diminuisce di densità. Per via della spinta di Archimede, questo allora inizia a salire, generando moti convettivi in cui il fluido caldo sale verso l'alto e quello freddo scende verso il basso.

L'**irraggiamento** non prevede un contatto diretto tra gli scambiatori di calore e non richiede un mezzo per propagarsi. Interessa ogni materiale e avviene anche nel vuoto, poiché il trasferimento di calore per irraggiamento avviene sotto forma di onde elettromagnetiche. La quantità di calore emessa da un corpo per irraggiamento è proporzionale alla quarta potenza della sua temperatura. A basse temperature è responsabile di una frazione trascurabile del flusso di calore rispetto alla convezione e alla conduzione, ma al crescere della temperatura aumenta rapidamente fino a diventare la fonte principale della trasmissione del calore.

Fisicamente, l'irraggiamento consiste nell'emissione di onde elettromagnetiche generate dalle molecole eccitate dall'agitazione termica, che emettono fotoni di frequenza proporzionale alla loro temperatura. I corpi a temperatura ambiente emettono in prevalenza **fotoni** nella gamma degli **infrarossi**; corpi molto freddi irradiano **microonde** (quelli vicini allo zero assoluto irradiano semplici onde radio); corpi molto caldi arrivano a emettere luce visibile, dapprima rossa (circa 700 °C) poi sempre più bianca (circa 1200 °C). Man mano che la temperatura aumenta, la frequenza della luce emessa aumenta fino al bianco-azzurro, per poi passare ai raggi ultravioletti, e ai raggi X nel caso di temperature dell'ordine di milioni di gradi.



Daniele Missiroli

Sono nato a Ravenna e vivo a Bologna, dove lavoro come analista programmatore e consulente privacy nell'azienda che ho fondato. Laureato in fisica con lode, sono attratto da numeri, astronomia e scienze in generale, oltre che da fantascienza, fumetti e film. Scrivo libri di fantascienza e ho creato una serie ambientata su un lontano pianeta. Ho scritto anche un libro di matematica sul calcolo mentale.

Il migliore isolante in assoluto è il vuoto. I corpi non sono in contatto, quindi non ci sono molecole in movimento che potrebbero trasmettere il calore per conduzione o convezione. La temperatura di un corpo si può abbassare solo per irraggiamento, un processo molto lento.

Pensiamo ora a un luogo dove il vuoto è disponibile gratuitamente in quantità illimitata: lo **spazio**! Per convenzione lo spazio inizia a un'altezza di 100 chilometri sopra il livello del mare. Il quadro di riferimento per il diritto spaziale internazionale è stato istituito dal Trattato sullo spazio extra-atmosferico, approvato dalle Nazioni Unite nel 1967. Lassù la temperatura è pari a circa **tre gradi Kelvin** (-270 gradi centigradi). Perché un astronauta che compie una passeggiata spaziale non congela? Perché il suo calore (supponiamo che esca da un veicolo dove tutto era a trenta gradi) si disperde nel vuoto solo per irraggiamento. Se considerassimo solo questo fenomeno, potrebbe stare intere settimane nello spazio vuoto.

Mentre irraggia fotoni, però, è bombardato da quelli provenienti da Sole, che lo riscaldano. La superficie del Sole è a una temperatura di circa 5.800 gradi Kelvin, quindi i fotoni partono molto caldi. A una distanza di 150 milioni chilometri si sono raffreddati parecchio. Quando arrivano, sono a circa 300/500 gradi kelvin. Il vero problema di un astronauta, pertanto, non è il freddo, ma il calore. Per quanto riguarda i satelliti, infatti, uno dei sistemi adottati per risolvere il problema della temperatura eccessiva causata dal Sole è quello di farli ruotare su sé stessi. Con la rotazione, qualsiasi oggetto nel vuoto dello spazio si mantiene a temperature inferiori a 50 gradi.

E sulla Luna? Anche là è presente il vuoto, ma il Sole riscalda il suolo. Durante il giorno, all'equatore, la temperatura può raggiungere un massimo di 127 (e di notte un minimo di -173) gradi centigradi. Come hanno fatto gli astronauti che vi sono sbarcati a non scottarsi? Hanno anche scattato foto con macchine fotografiche la cui pellicola si rovina già a 70 gradi. La risposta è semplice: la temperatura massima del suolo (come la minima) si ottiene per irraggiamento. Questo processo è lento. Quando sorge, il Sole ci mette sette giorni per raggiungere il mezzogiorno lunare e altri sette per raggiungere la notte. La temperatura degli oggetti presenti non arriva subito a 127 gradi. Appena spunta il Sole, il suolo inizia a riscaldarsi, passando da temperature sotto zero a temperature sopra lo zero. Venti gradi, poi trenta, poi quaranta e così via, fino ad arrivare, a mezzogiorno, a quasi 130 gradi. Ecco perché, quando ci fu la prima missione, la NASA stette bene attenta a programmare lo sbarco all'inizio del giorno lunare, quando la temperatura aveva appena superato zero gradi. Neil Armstrong e Buzz Aldrin rimasero sulla Luna solo due ore e mezzo e la loro temperatura non superò mai i dieci gradi. All'ombra, invece, raggiunsero anche i meno cento, ma per le tute questo non era un problema.

La tuta degli astronauti delle missioni Apollo (bianca, come anche le macchine fotografiche e tutti gli oggetti che hanno usato) era costituita da sedici strati di materiali diversi: uno di nylon, uno di neoprene e uno ancora di nylon. Poi c'erano cinque strati di Mylar alluminizzato e quattro di Dacron. Infine, c'erano due strati di Kapton e due di Teflon. Perché dopo il 1972 non ci siamo tornati? Il Saturno V, in due minuti, bruciava due milioni di litri di combustibile. I costi (e l'inquinamento) erano proibitivi. Oggi servirebbero 120 miliardi di dollari e la N.A.S.A. ha un budget annuale di appena 20 miliardi. Paghiamo la differenza?