

Probabilmente tra le tante persone che sanno perché il gatto va a sonnecchiare sul frigorifero poche sono quelle in grado di spiegare come funziona questo elettrodomestico.

Sotto l'aspetto termodinamico il frigorifero è un sistema che consente di trasferire calore da un corpo a temperatura relativamente bassa (l'interno del frigorifero) a un corpo a temperatura maggiore (la stanza in cui è collocato il frigorifero stesso). Un processo di questo tipo non avviene spontaneamente come ci suggerisce il buon senso e infatti il frigorifero è un sistema tutt'altro che isolato dato che un filo elettrico lo collega a una presa di corrente. A che cosa serve dunque l'energia elettrica fornita al sistema?

Innanzitutto occorre sapere che il funzionamento del frigorifero si basa sulla circolazione di un fluido; esso è detto *fluido frigorifero* proprio perché attraverso i suoi passaggi di stato è in grado di «generare» il freddo. Con parole corrette diciamo che è capace di sottrarre energia termica dall'interno del frigorifero e trasferirla all'ambiente esterno. Per molti anni come fluido frigorifero sono stati utilizzati i CFC (clorofluorocarburi), più noti con il nome generico di *freon*; purtroppo queste sostanze inodori, non tossiche e non infiammabili si sono rivelate pericolose per l'ambiente in quanto costituiscono la causa principale della formazione del buco dell'ozono. I CFC sono stati sostituiti dagli idrofluorocarburi (HFC) che non danneggiano l'ozono essendo composti privi di cloro ma che contribuiscono ad accentuare l'effetto serra. Le sostanze frigorifere ora più utilizzate (per esempio, HFO, NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, HC-idrocarburi) hanno la caratteristica di non determinare un impatto dannoso sull'ambiente.

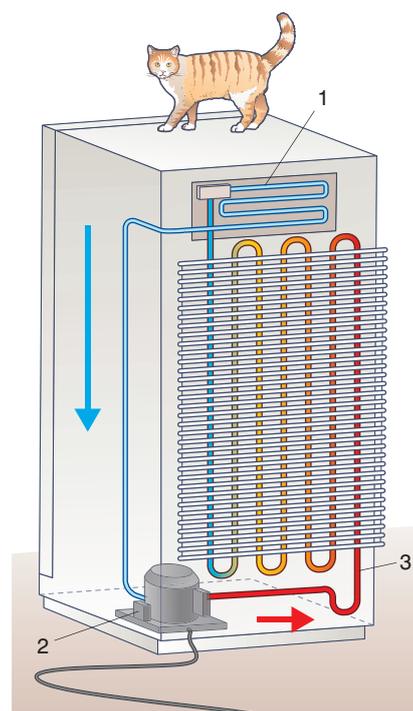
Spieghiamo ora il *ciclo termodinamico* che compie il fluido frigorifero: nella figura il suo percorso è stato evidenziato con due colori diversi, azzurro e rosso.

Nella zona 1 (situata all'interno del frigorifero) il fluido frigorifero arriva sotto pressione e allo stato liquido e qui, per mezzo di una opportuna valvola, subisce una rapida espansione. Il brusco calo di pressione fa sì che il liquido si trasformi in vapore e, dato che questa trasformazione è endotermica, il sistema liquido/vapore sottrae calore all'aria e agli alimenti presenti nell'interno del frigorifero che di conseguenza si raffreddano. In questa fase si ha l'effetto frigorifero richiesto.

Riprendiamo ora a seguire il percorso del fluido frigorifero che arriva nella zona 2 dove si trova un motore elettrico (infatti è proprio qui che arriva il filo collegato con la rete elettrica) che aziona un compressore. Il vapore viene compresso in misura tale che il fluido frigorifero condensa e ridiventa liquido; la condensazione è una trasformazione esotermica e quindi il calore liberato scalda il liquido che entra nella zona 3, un lungo e tortuoso percorso, la cosiddetta serpentina, posta sul retro esterno del frigorifero. Qui, grazie anche alla griglia di alette metalliche, il fluido frigorifero cede calore all'ambiente esterno e può raffreddarsi prima di ritornare nella zona di espansione (1) e ricominciare così il ciclo.

Valutando il ciclo termodinamico sotto un altro aspetto possiamo dire che «il frigorifero è una stufa elettrica» che riscalda la casa sfruttando l'energia termica presente negli alimenti che vogliamo raffreddare. Non a caso, nei moderni grandi impianti frigoriferi sono state messe a punto opportune tecnologie capaci di recuperare almeno in parte il calore che la serpentina disperde nell'ambiente e trasformarlo in altre forme di energia.

Abbiamo ora capito da dove proviene il tepore che attrae irresistibilmente il miocione, ma con ogni probabilità lo scienziato tedesco Rudolf Julius Emanuel Clausius non era distratto dalle sue fusa, quando nel 1850 formulò uno dei due enunciati del 2° principio della termodinamica: *non è possibile realizzare una trasformazione il cui unico risultato sia quello di trasferire calore da un corpo più caldo a un corpo più freddo*. In altre parole, per realizzare una simile trasformazione c'è un prezzo da pagare, cioè il lavoro di compressione che si deve compiere sul fluido frigorifero,



ed è proprio quel lavoro che si trasforma in calore, ceduto poi all'ambiente.  
In conclusione, quella che avviene nel frigorifero è una trasformazione non spontanea dato che può avvenire solo a spese di un'altra forma di energia, l'energia elettrica. Questa invece è il frutto di una trasformazione spontanea, come per esempio la combustione del metano in una centrale termoelettrica oppure la caduta di una massa d'acqua in una centrale idroelettrica.