

IL FRIGORIFERO

Il *frigorifero* è una macchina termica che:

- compie un lavoro negativo, cioè assorbe energia (tipicamente energia elettrica) dall'esterno;
- grazie a questa energia, assorbe calore da una zona a temperatura minore (l'interno del frigorifero);
- trasferisce questo calore a un'altra zona a temperatura maggiore (l'ambiente esterno).

Anche il funzionamento del frigorifero (come quello di tutte le macchine termiche) è rappresentato da una trasformazione ciclica, ma, mentre nei motori la trasformazione ciclica è percorsa in senso orario,

il funzionamento di una macchina frigorifera è descritto da una trasformazione ciclica percorsa in senso antiorario nel diagramma p - V .

Ciò permette al sistema di assorbire il calore dalla sorgente fredda e di cederlo alla sorgente calda. Perciò il lavoro totale W compiuto dalla macchina frigorifera in un ciclo è negativo: ciò significa che la macchina stessa non può funzionare se dall'esterno non viene compiuto su di essa un lavoro positivo $|W|$.

Per il primo principio della termodinamica, il calore assorbito dall'ambiente esterno a ogni ciclo del frigorifero è

$$Q_2 = Q_1 + |W|. \quad (1)$$

Il coefficiente di prestazione

L'efficienza del funzionamento di un frigorifero è misurata dal suo *coefficiente di prestazione* (in inglese *coefficient of performance*, spesso abbreviato con COP).

Il **coefficiente di prestazione** di un frigorifero è dato dal rapporto tra il calore sottratto alla sorgente fredda e il lavoro esterno compiuto a tale scopo:

$$\text{COP} = \frac{Q_1}{|W|}. \quad (2)$$

Valori tipici del COP sono compresi tra 2 e 6. Alti valori del coefficiente di prestazione indicano un frigorifero di qualità, che richiede poca energia elettrica (che paghiamo con la bolletta) per sottrarre calore al suo interno.

Il funzionamento di un frigorifero

Il frigorifero è costituito da un ambiente chiuso da raffreddare e da un tubicino dentro al quale circola del vapore (figura 1). Il tubicino, che è collegato a un compressore, passa dall'interno all'esterno della macchina.

- All'esterno del frigorifero, il compressore comprime il vapore fino a farlo liquefare nel condensatore; questo processo tende ad aumentare la temperatura del fluido.
- La serpentina esterna (in arancione nella figura) permette il passaggio di calore dal fluido all'ambiente in cui il frigorifero si trova.

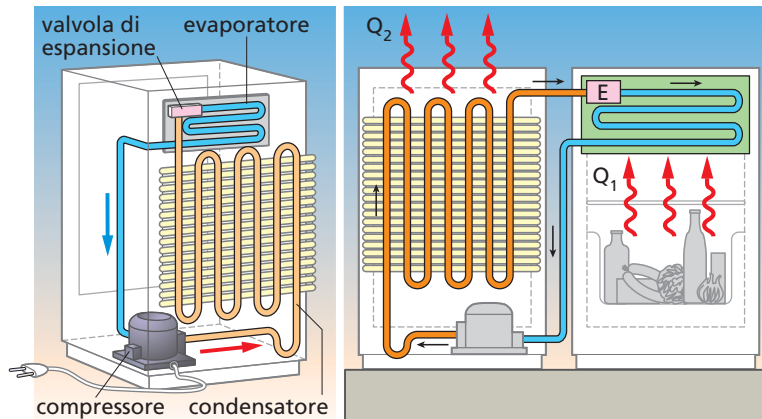


Figura 1 Struttura esterna e interna di un frigorifero.

- Quando il liquido passa attraverso la valvola di espansione ed entra all'interno del frigorifero, non essendo più compresso, ritorna allo stato di vapore.
- In questo processo assorbe energia dall'interno del frigorifero, che si raffredda. La serpentina interna (in verde nella figura) permette il passaggio di calore dall'interno del frigorifero al fluido.
- Il vapore torna all'esterno, viene compresso di nuovo e il ciclo si ripete.

La sostanza usata nel frigorifero deve avere la proprietà di condensare, anche a temperatura ambiente, a pressioni relativamente basse. Fino a non molto tempo fa era molto utilizzato il freon (dicloro-difluorometano), che liquefa a $20\text{ }^\circ\text{C}$ se compresso a 5,6 volte la pressione atmosferica.

Negli anni '70 si è però scoperto che il freon e altri composti analoghi (indicati collettivamente con la sigla CFC, che significa cloro-fluoro-carburi) danneggiano in modo serio la fascia di ozono che circonda la Terra e che ci protegge dai raggi ultravioletti provenienti dal Sole.

Di conseguenza, in molte zone (tra cui la Comunità Europea) si è giunti alla messa al bando di queste sostanze, che sono state sostituite da altre meno pericolose.

ESERCIZI

DOMANDE SUI CONCETTI

- 1** **Test.** In un frigorifero il calore è sottratto dall'interno e ceduto all'ambiente esterno. Ciò è possibile poiché:
- A** la sostanza contenuta nella serpentina interna passa dallo stato liquido a quello di vapore.
 - B** la sostanza contenuta nella serpentina interna passa dallo stato solido a quello liquido.
 - C** la sostanza contenuta nella serpentina interna passa dallo stato di vapore a quello liquido.
 - D** la sostanza contenuta nella serpentina esterna passa dallo stato liquido a quello di vapore.
- 2** Un frigorifero ha un coefficiente di prestazione pari a 2,8.
- ▶ Quanta energia occorre spendere per sottrarre 1,0 kJ di calore dall'interno del frigorifero?
- [0,36 kJ]
- 3** Per sottrarre $1,85 \times 10^3$ J di calore dall'interno del frigorifero bisogna compiere un lavoro di 370 J.
- ▶ Qual è il coefficiente di prestazione del frigorifero?
- [5,00]
- 4** Un frigorifero ha un COP pari a 3,1. In un certo intervallo di tempo il suo motore compie un lavoro di 2,7 kW.
- ▶ Quanto vale il calore sottratto dall'interno del frigorifero nello stesso intervallo di tempo?
- [8,4 kW]
- 5** Un frigorifero con un COP di 3,4 sottrae dal suo ambiente interno 6,7 kW di calore.
- ▶ Calcola il lavoro compiuto dal motore del frigorifero per ottenere questo effetto.
- [2,0 kW]