

# AggiornaMenti

**Marco Bonici**, Alice Campani

Università degli Studi di Genova  
INFN Genova

Genova, 5 novembre 2021

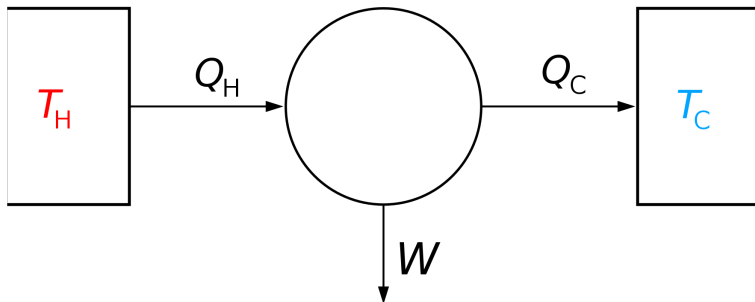


**Università  
di Genova**



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

In questa parte finale ci concentremo sulla macchina termica di Stirling. Una macchina termica è un apparato in grado di sfruttare il flusso di calore fra due oggetti a temperatura diversa per ottenere lavoro: è un apparato in grado di trasformare l'energia termica in energia meccanica.



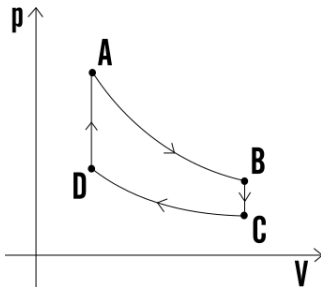
Il ciclo Stirling è un ciclo termodinamico composto da:

- Due trasformazioni isoterme (a temperatura costante)
- Due trasformazioni isocore (a volume costante)

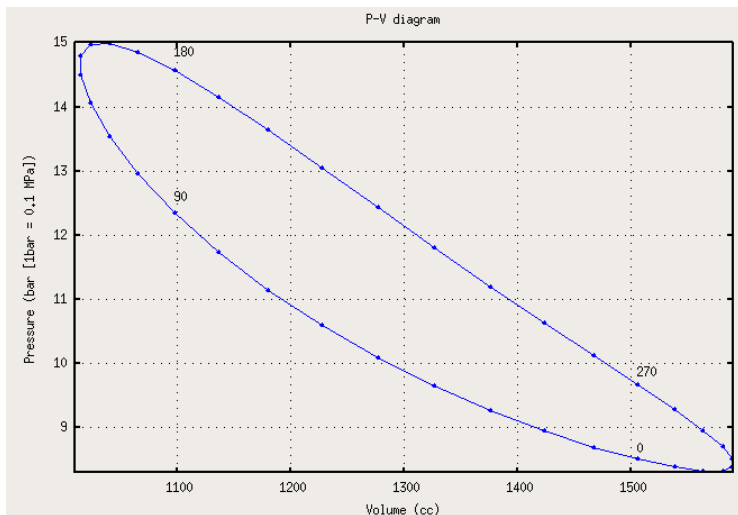
Una delle caratteristiche più importanti delle macchine termiche è il rendimento  $\eta$ . Il rendimento è definito come il rapporto fra il lavoro estratto  $W$  (ossia quanto abbiamo ottenuto) e il calore ceduto dalla sorgente a temperatura maggiore  $Q_H$  (ossia quanto stiamo "pagando")

$$\eta \equiv \frac{W}{Q_H} \quad (1)$$

Il motore Stirling **ideale** ha uno dei rendimenti più alti.



Chiaramente nella realtà non siamo in grado di realizzare il ciclo ideale. Ecco la rappresentazione sul diagramma  $p - V$  di un ciclo Stirling reale.

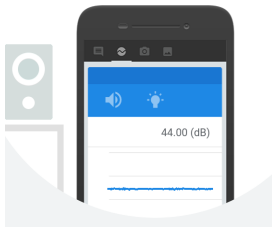


Aprimo la scatola e...montiamo il motore!

- Giriamo la ruota dal lato giusto (da uno dei due NON si riesce a montare)
- Inseriamo la ruota nei due appositi spazi
- Colleghiamo le due parti meccaniche restanti (per inserirle bisognerà fare un po' di forza!)
- Controlliamo che la ruota giri senza problemi



Adesso, per essere pronti, manca solo un'ultima parte...installare la applicazione Google Science Journal sui vostri smartphone!



Questa app consente di effettuare misure con i nostro smartphone:

- Luminosità
- Frequenza
- Accelerazione (totale o lungo uno dei tre assi)
- Intensità suono

Ci sono molte altre funzioni (e Google propone anche degli esperimenti da fare con relative istruzioni!)

Utilizziamo la funzione per misurare l'intensità del suono: se effettuiamo una misurazione mentre il motore funziona, troveremo un grafico simile a questo (ci permetterà di misurare il numero di giri al secondo in maniera approssimativa)



Per portare a termine questa parte, è di **FONDAMENTALE IMPORTANZA FARE SILENZIO!**

Adesso, misureremo la velocità del motore in diverse condizioni:

- Con acqua bollente nella tazza posta sotto il motore
- Con acqua bollente nella tazza posta sotto il motore e ghiaccio posto sopra il motore

Riusciamo a notare una differenza? Se sì, quale?

Se eseguiamo una misura della velocità in tempi diversi, cosa otteniamo?

Il risultato è lo stesso nelle due configurazioni?

Il motore gira sempre nello stesso verso? Se proviamo a farlo andare nel senso opposto cosa succede?



C'è una differenza fra la velocità di rotazione nelle due diverse configurazioni?

Nel caso in cui viene posto ghiaccio sopra il motore, la differenza di temperatura è maggiore, per cui dovremmo misurare una velocità di rotazione maggiore.

Dopo un po' di tempo avvengono due fenomeni. La temperatura della tazza si abbassa (come già abbiamo avuto modo di vedere oggi), con una velocità che dovrebbe essere circa la stessa in entrambe le configurazioni. La differenza fra le due configurazioni è data dall'assenza/presenza del ghiaccio: nel primo caso, a causa del flusso di calore, il piatto superiore del motore si scalderebbe, facendo diminuire la differenza di temperatura. A causa della scarsa conducibilità termica dell'aria, il calore in eccesso è dissipato molto lentamente, provocando un evidente rallentamento del motore. Nel secondo caso, abbiamo il ghiaccio, che si scioglierà piano piano: l'acqua è un'ottima conduttrice, questo aiuta a mantenere costante la temperatura del piatto superiore, facendo diminuire più lentamente la differenza di temperatura (e quindi la potenza meccanica estratta!).

Il motore gira sempre nello stesso verso? Se proviamo a farlo andare nel senso opposto cosa succede?

Fissato quale dei due piatti è la sorgente a temperatura più alta, il motore ha un ben preciso verso di rotazione. La differenza fisica del senso di rotazione corrisponde matematicamente al verso in cui è compiuto il ciclo termodinamico nel piano  $p - V$ . In un verso, lo strumento agisce come macchina termica (sfrutta differenze di temperatura per ricavare energia meccanica), nell'altro come macchina frigo (utilizza energia meccanica per generare una differenza di temperatura).