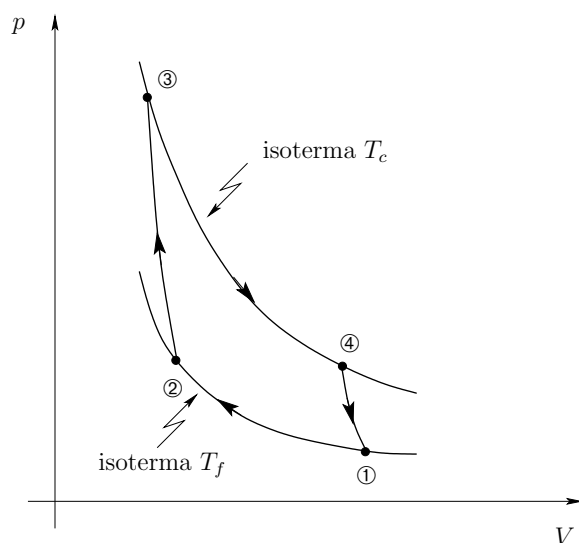

FISICA

Serie 10: Termodinamica X

II liceo

Esercizio 1 *Ciclo di Carnot*

Considera il ciclo di Carnot, in cui il fluido (=sistema) è considerato un gas ideale. Si considerano inoltre delle trasformazioni *reversibili*.



1. Determina il lavoro, il calore, la variazione di energia interna e di entropia per ogni parte della trasformazione ciclica e per l'intero ciclo.
2. Dimostra che il rendimento è dato da $\eta = 1 - \frac{T_f}{T_c}$.

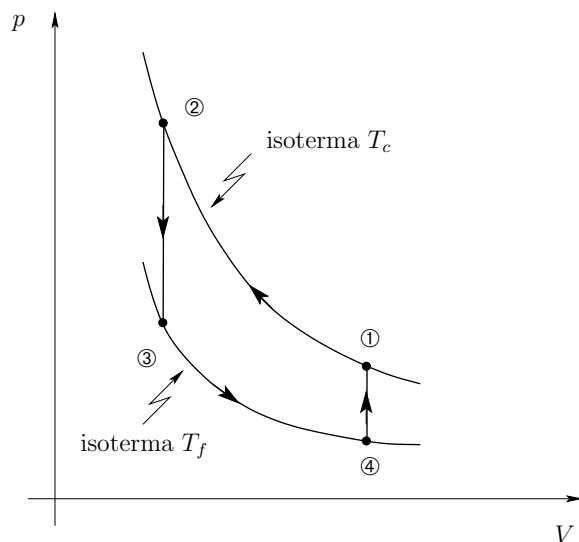
Esercizio 2 *Ciclo di Stirling*

Considera il ciclo di Stirling, in cui il fluido (=sistema) è considerato un gas ideale. Si considerano inoltre delle trasformazioni *reversibili*.

1. Questo ciclo corrisponde ad una macchina termica o ad una pompa di calore?
2. Determina il lavoro, il calore, la variazione di energia interna e di entropia per ogni parte della trasformazione ciclica e per l'intero ciclo.
3. Invertendo il ciclo cosa si ottiene?

Indicazione: Utilizza il risultato seguente (valido per una trasformazione isocora reversibile di un gas ideale)

$$dS = \frac{\delta Q_{rev}}{T} = \frac{cNk_B dT}{T} \implies \Delta S = cNk_B \ln \frac{T_f}{T_i}$$



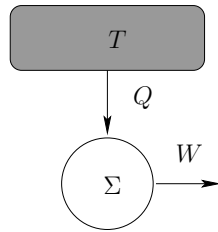
o l'espressione $S(T)$ ricavata per dalla relazione fondamentale del gas ideale.

Esercizio 3 *Macchine termiche e pompe di calore*

1. Una macchina di Carnot lavora tra due bagni termici a 873 K e 573 K. In un ciclo essa assorbe 80 J nella modalità calore dal termostato caldo.
 - (a) Qual è il rendimento di questa macchina?
 - (b) Quanto lavoro viene compiuto in un ciclo?
 - (c) Quanta energia viene ceduta al bagno termico freddo, nella modalità calore, in un ciclo?
2. In un ciclo una pompa di calore assorbe 15 kJ da un bagno termico freddo e cede 20 kJ ad un bagno termico caldo. Quanto lavoro bisogna fornire in un ciclo?
3. Una macchina termica a vapore ha rendimento pari al 3%. Il vapore viene immesso nella macchina a 130 °C e viene espulso a 110 °C. Quale percentuale dell'energia viene perduta rispetto a quella che potrebbe essere teoricamente utilizzata se il ciclo eseguito dalla macchina fosse perfettamente reversibile?
4. Quando in una macchina termica si usa come fluido il vapor d'acqua, le temperature T_f e T_c alle quali avviene lo scambio di calore si possono considerare, rispettivamente, la temperatura ambiente (circa 293 K) e la temperatura del vapore. Calcolare il rendimento massimo della macchina nel caso in cui il vapore possieda come temperatura massima quella corrispondente al suo stato di ebollizione a pressione ordinaria (373 K). In un motore a vapore reale si riesce, con particolari accorgimenti, a elevare la temperatura del fluido che scambia calore fino a 773 K. Calcolare il rendimento massimo in questo caso. Commenta.

Esercizio 4 *Macchina termica ad un bagno termico*

Considera una macchina termica, nella quale il fluido (=sistema, per esempio vapore) scambia calore (Q) unicamente con un bagno termico alla temperatura T . Sia W lavoro associato a questo processo.



1. Dai primi due principi dimostra che per il ciclo

$$Q + W = 0 \qquad \frac{Q}{T} + \Delta_i S_{\text{ciclo}} = 0 .$$

2. In un ciclo quanto lavoro può fornire la macchina all'esterno?
3. È possibile avere una macchina termica funzionante con un solo bagno termico?