Termodinamica 4:
calore specifico molare
trasformazioni adiabatiche
ciclo di Carnot

slides da:
Mazzoldi-Nigro-Voci
Elementi di Fisica
Meccanica e termodinamica
Capitoli 12,13

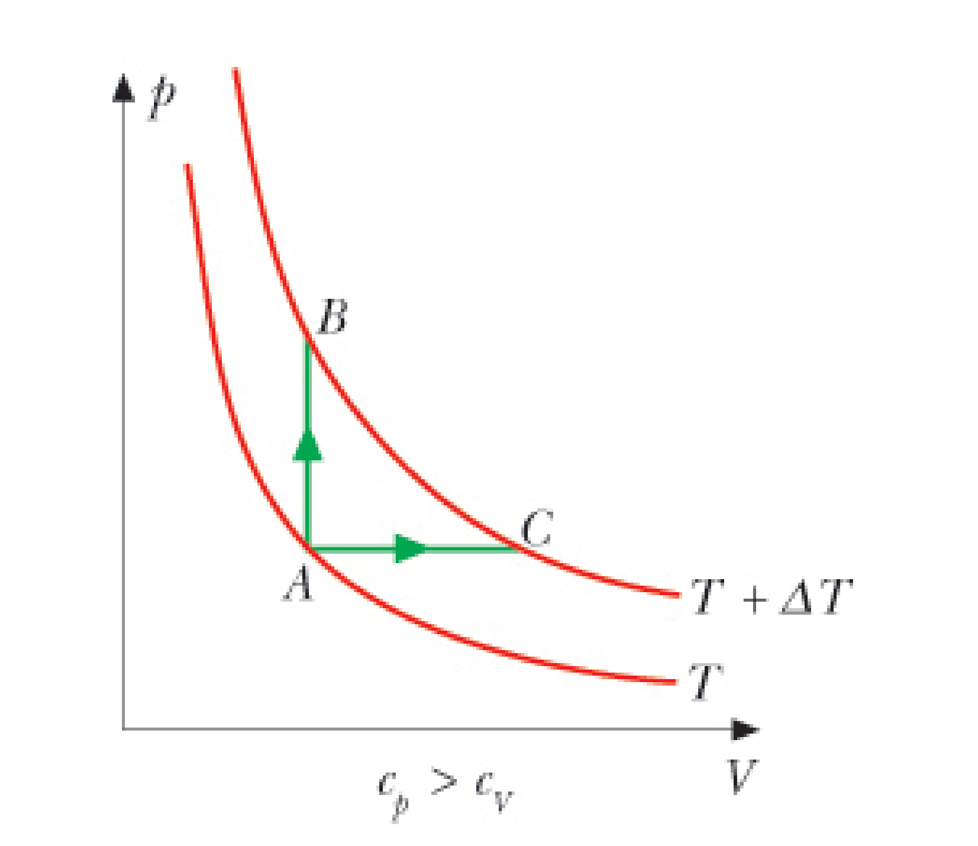
e da:
Raymond A. Serway, John W. Jewett, Jr.
Fisica per Scienze ed Ingegneria - Volume 1
Capitolo 22

$$\Delta U + L = Q$$

Primo principio
della Termodinamica

$$dU + dL = dQ$$

Primo principio
della Termodinamica
in forma differenziale



Per la trasformazione isocora A>B :

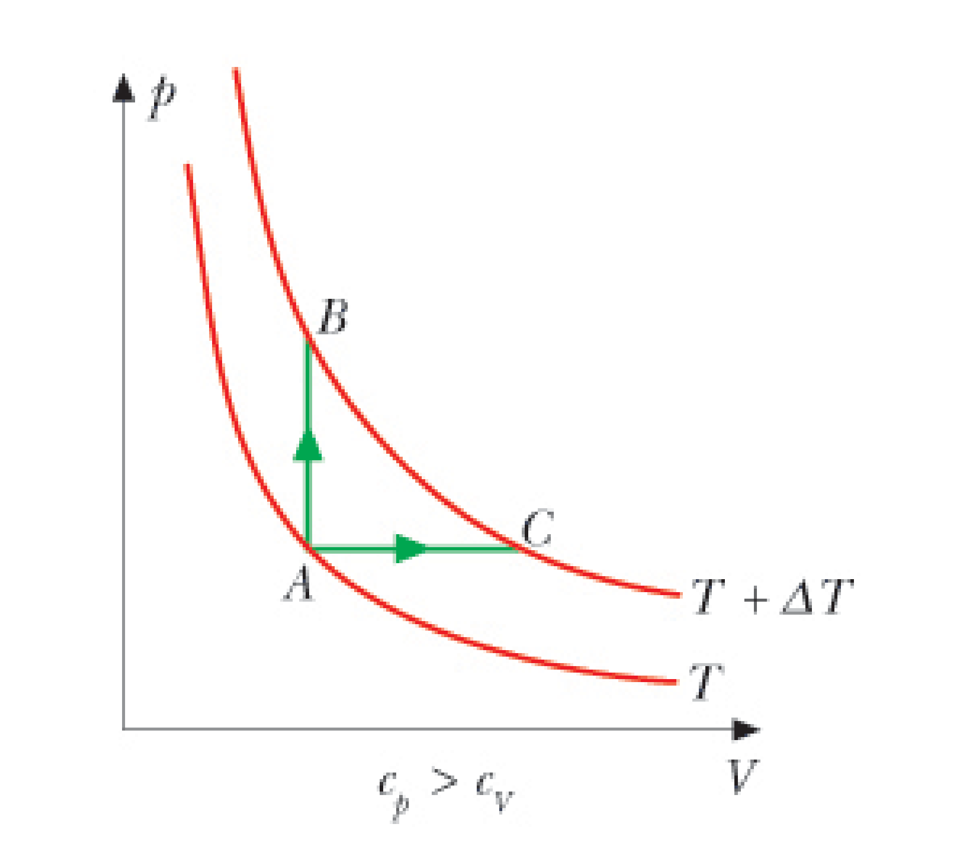
$$dU + dL = dQ$$

$$dU \qquad = dQ$$

$$= n\, c_V\, dT$$

c_V calore specifico molare a volume costante

$$dU = n\, c_V\, dT$$



Per la trasformazione isobara A>C :

$$dU + dL = dQ$$

$$dU + pdV = dQ$$

$$= n\, c_P\, dT$$

c_p calore specifico molare a pressione costante

$$dU = n\, c_V\, dT$$

$$pdV = n\, R\, dT$$ dall'equazione di stato

$$n\, c_V\, dT + n\, R\, dT = n\, c_P\, dT$$

$$c_V + R = c_P$$ relazione di Mayer

Calori specifici molari

come risultato della teoria cinetica dei gas, validato dai risultati sperimentali, abbiamo i seguenti valori per il calore specifico per unità di mole:

	C_V	C_P	$\gamma = C_P / C_V$
gas monoatomico	**3/2 R**	**5/2 R**	**5/3**
gas biatomico	**5/2 R**	**7/2 R**	**7/5**

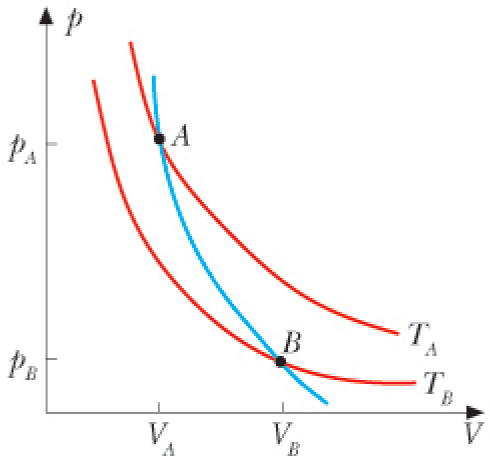


Figura 13.14
Confronto tra due isoterme ed una adiabatica per un gas ideale.

Mazzoldi, Nigro, Voci
Elementi di Fisica, Meccanica - Termodinamica
EdiSES, 2007

Trasformazioni adiabatiche

Sono trasformazioni in cui non viene scambiato calore con l'esterno

$$Q = 0$$

$$\Delta U + L = 0$$

Trasformazioni adiabatiche

$$dU + dL = 0$$

$$n\, C_V\, dT + p\, dV = 0 \qquad p\,V = n\,R\,T$$ per i gas perfetti

$$n\, C_V\, dT + \frac{n\,R\,T}{V} dV = 0$$

$$\frac{dT}{T} + \frac{R}{C_V}\frac{dV}{V} = 0 \qquad \frac{R}{C_V} = \frac{C_P - C_V}{C_V} = \gamma - 1$$

$$\int \frac{dT}{T} + (\gamma - 1) \int \frac{dV}{V} = \text{cost.}$$

$$\ln T + \ln V^{\gamma-1} = \text{cost.}$$

Trasformazioni adiabatiche

$$\ln T + \ln V^{\gamma-1} = \text{cost.}$$

$$T\, V^{\gamma-1} = \text{cost.}$$

$$T = \frac{p\, V}{n\, R}$$

$$p\, V^{\gamma} = \text{cost.}$$

$$V = \frac{n\, R\, T}{p}$$

$$T\, p^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = \text{cost.}$$

Ciclo di Carnot

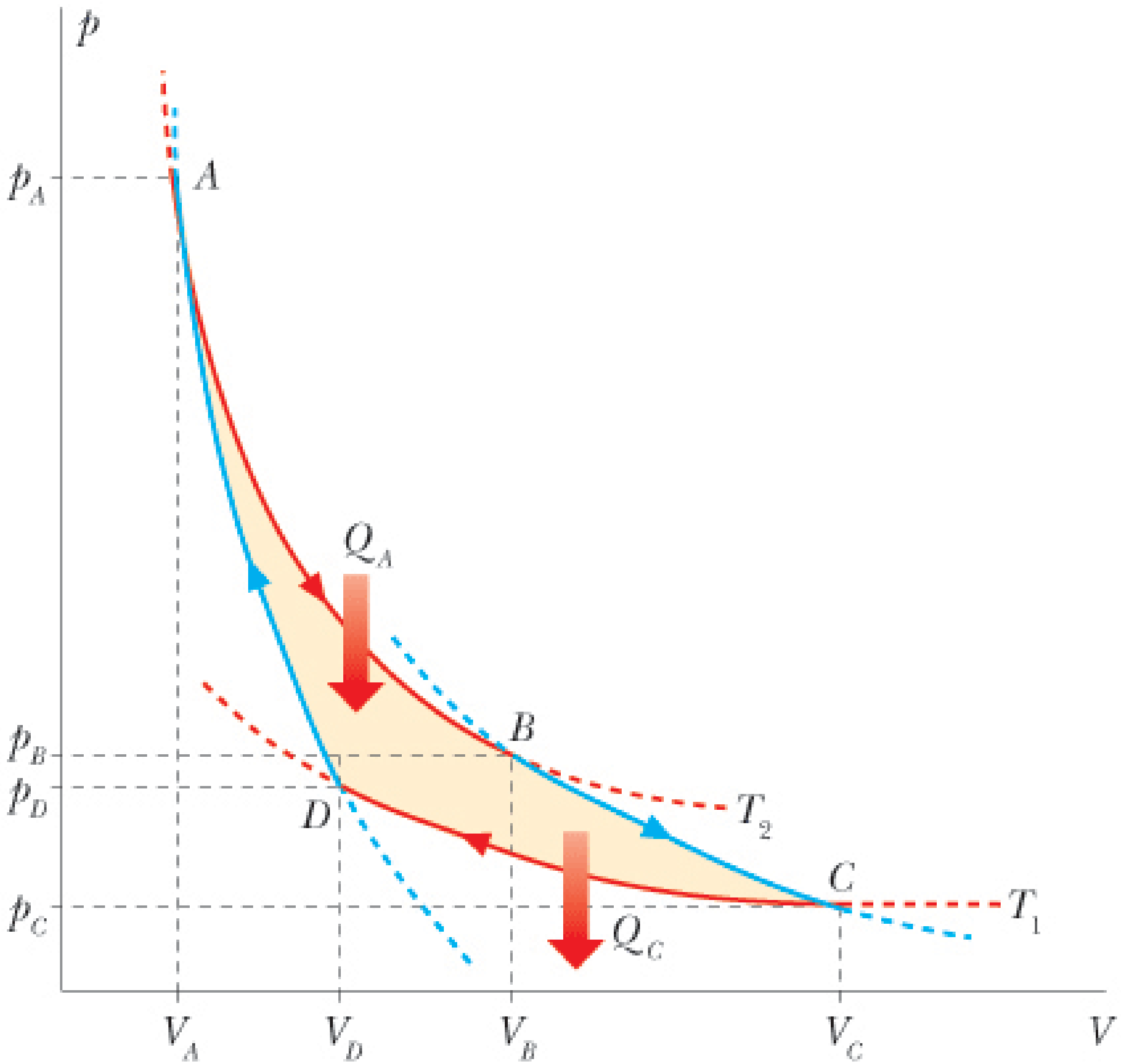
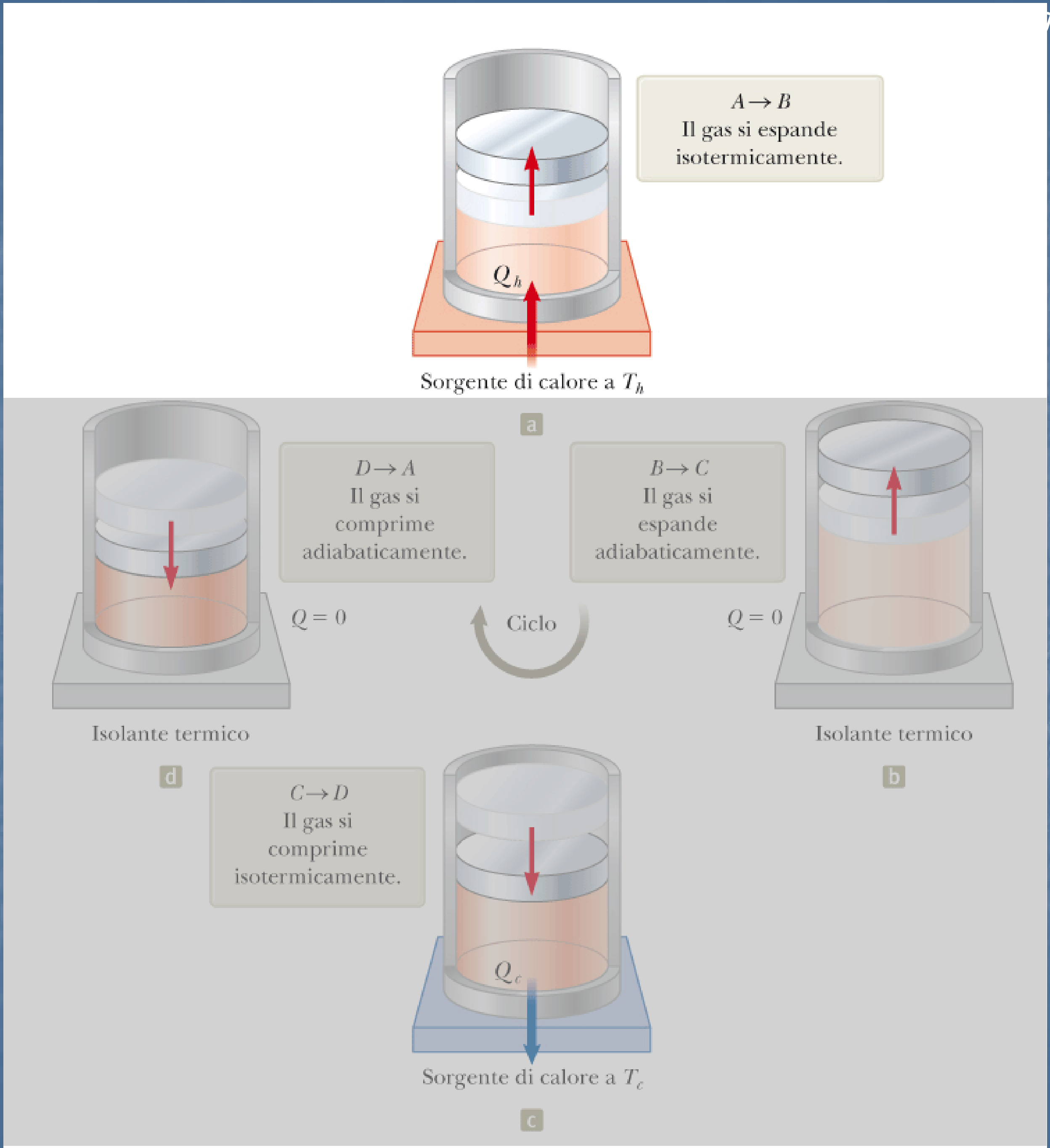


Figura 13.18

Rappresentazione del ciclo di Carnot nel piano (p, V).

EdiSES



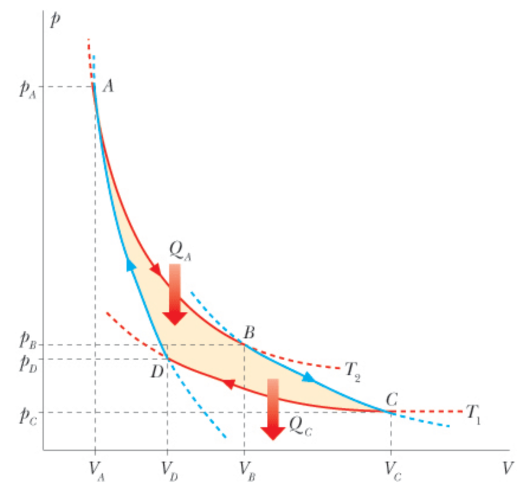
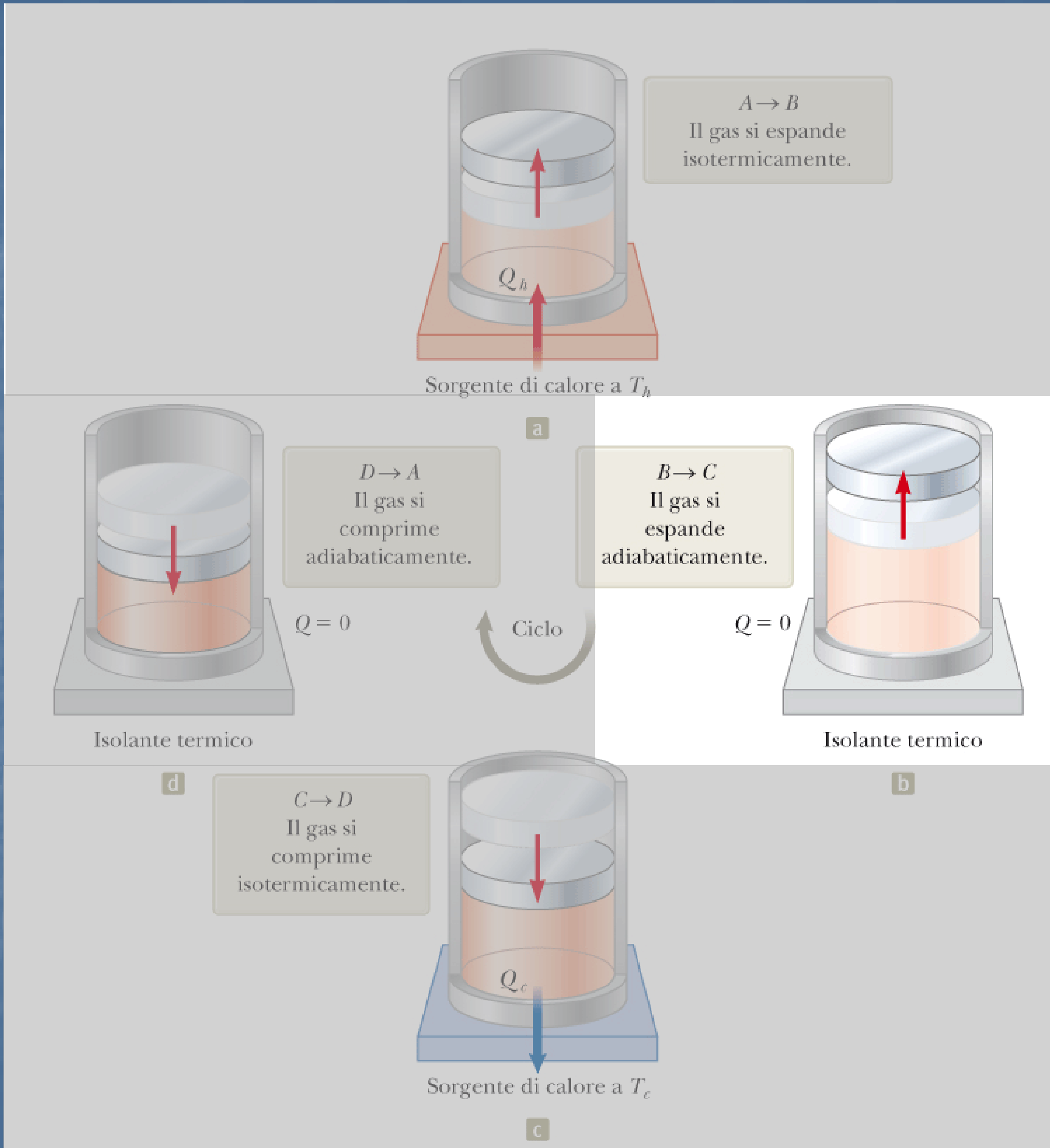


Figura 13.18
Rappresentazione del ciclo di Carnot nel piano (p,V).

	ΔU	L	Q
A → B	0	+	+



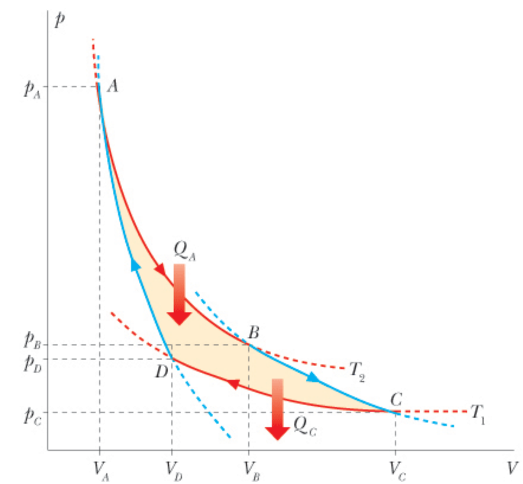
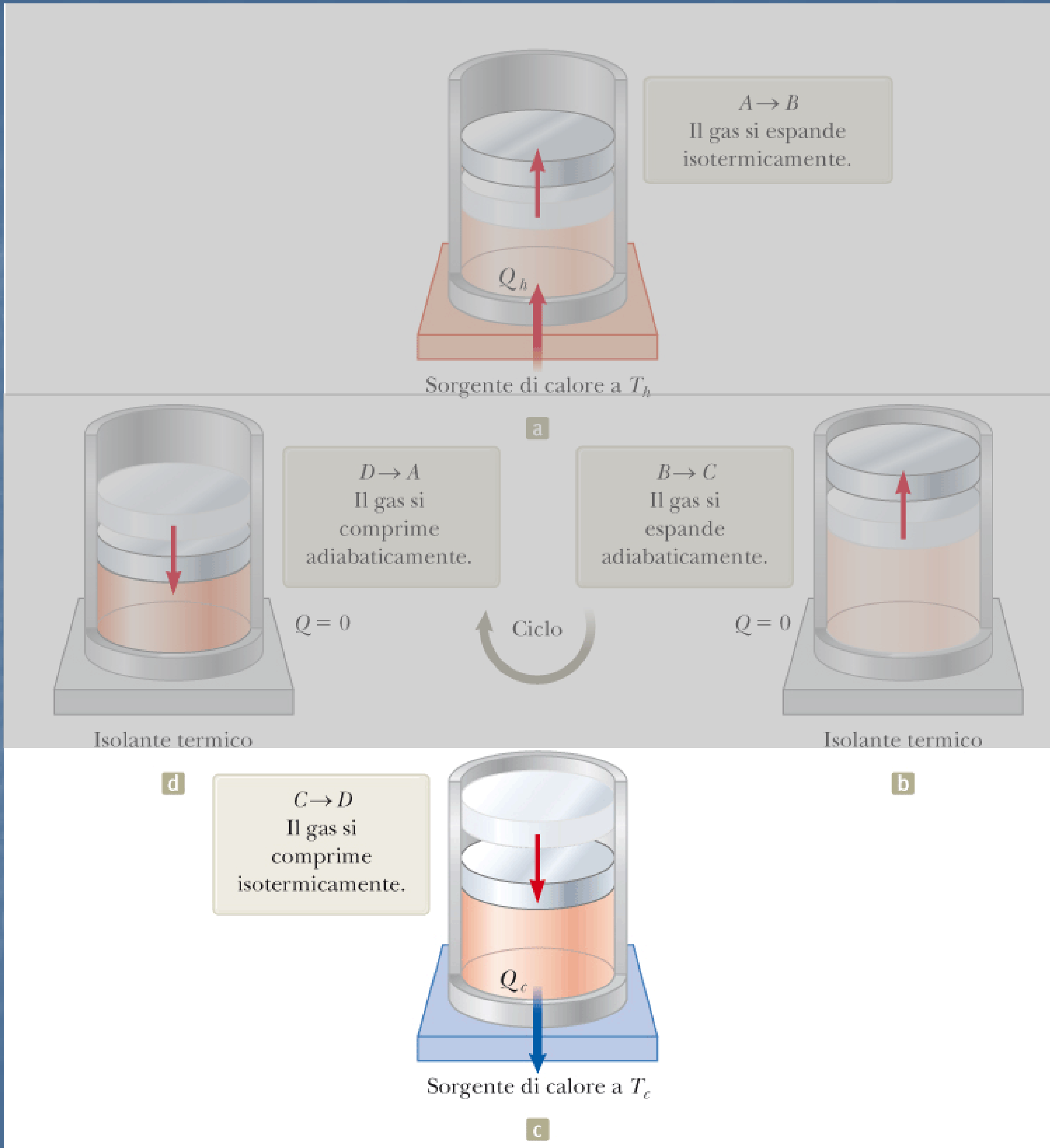


Figura 13.18
Rappresentazione del ciclo di Carnot nel piano (p,V).

	ΔU	L	Q
A → B	0	+	+
B → C	-	+	0



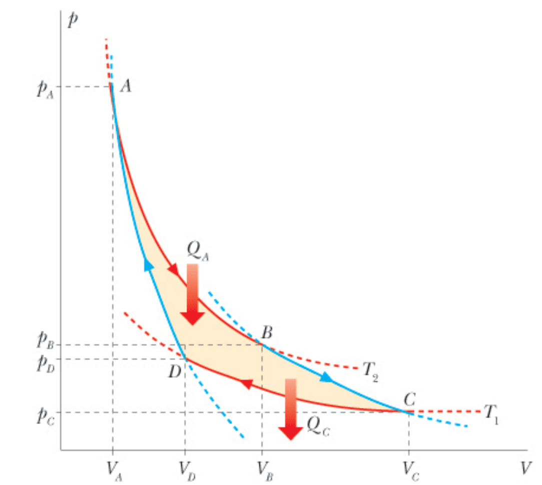
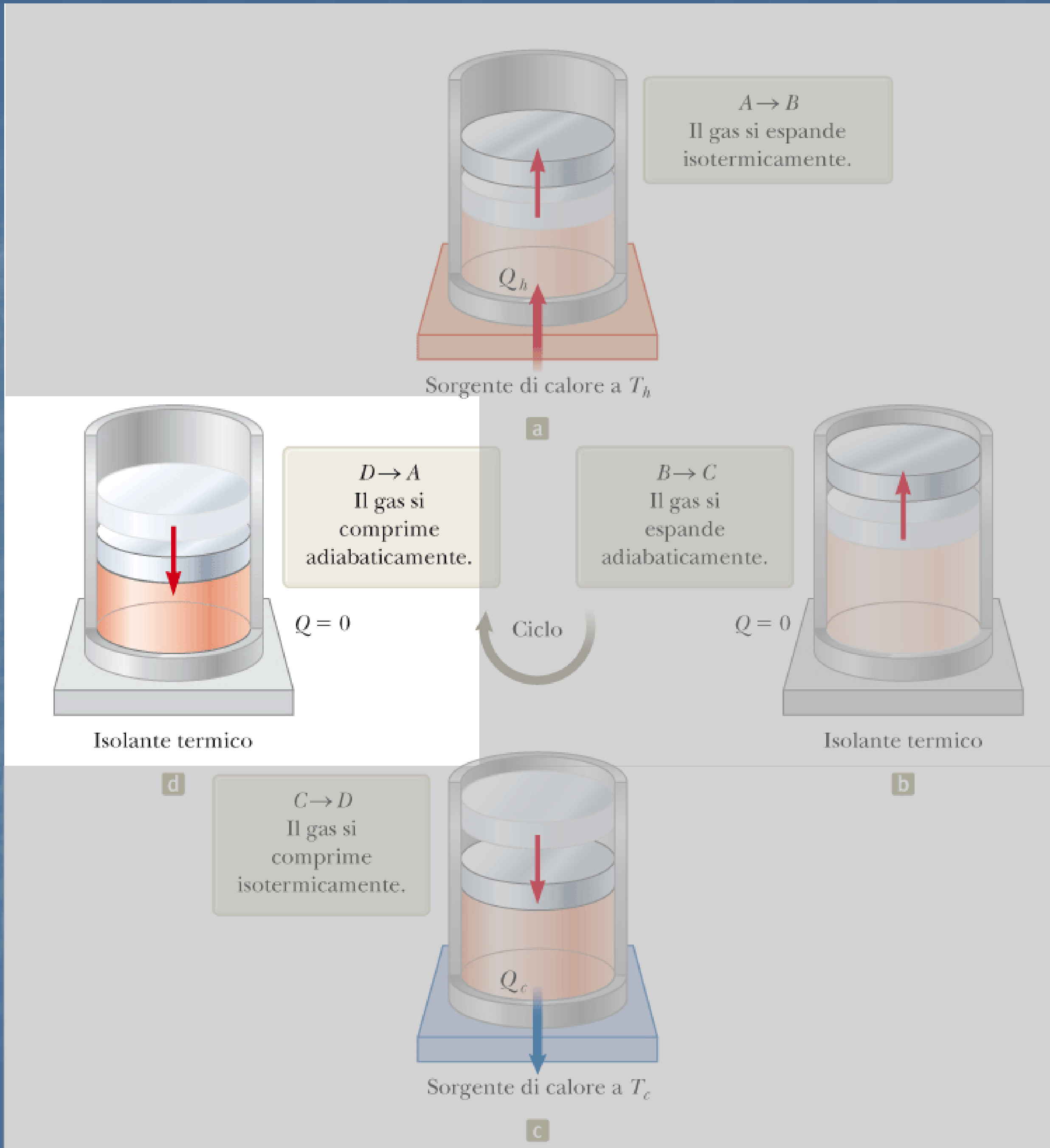


Figura 13.18
Rappresentazione del ciclo di Carnot nel piano (p,V).

	ΔU	L	Q
A → B	0	+	+
B → C	-	+	0
C → D	0	-	-



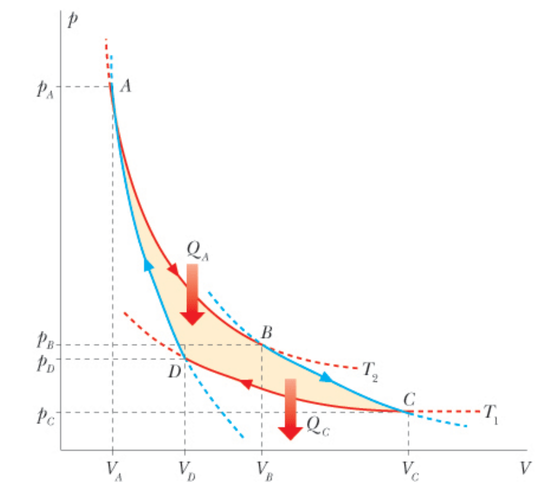


Figura 13.18
Rappresentazione del ciclo di Carnot nel piano (p, V).

	ΔU	L	Q
A → B	0	+	+
B → C	-	+	0
C → D	0	-	-
D → A	+	-	0

Cicli termici

Energia interna $\Delta U = 0$

rendimento $\eta = \frac{L_{TOT}}{Q_{ass}}$ ~~$\eta = \frac{L_{TOT}}{Q_{TOT}}$~~

rendimento di un ciclo di Carnot $\eta = 1 - \frac{T_{min}}{T_{max}}$

il ciclo di Carnot
ha il rendimento massimo, tra le macchine termiche che lavorano tra le temperature T_{min} e T_{max}

EdiSES