

Termodinamica 3

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



© Andy Moore/Photolibrary/Jupiterimages

Figura 22.1 Una locomotiva a vapore produce la sua energia bruciando legna o carbone. L'energia prodotta trasforma l'acqua in vapore, che muove la locomotiva. Le moderne locomotive usano il gasolio come combustibile al posto della legna e del carbone. Sia le antiche che le moderne locomotive possono essere schematizzate come macchine termiche, che estraggono energia dalla combustione di un carburante e ne convertono una parte in energia meccanica.

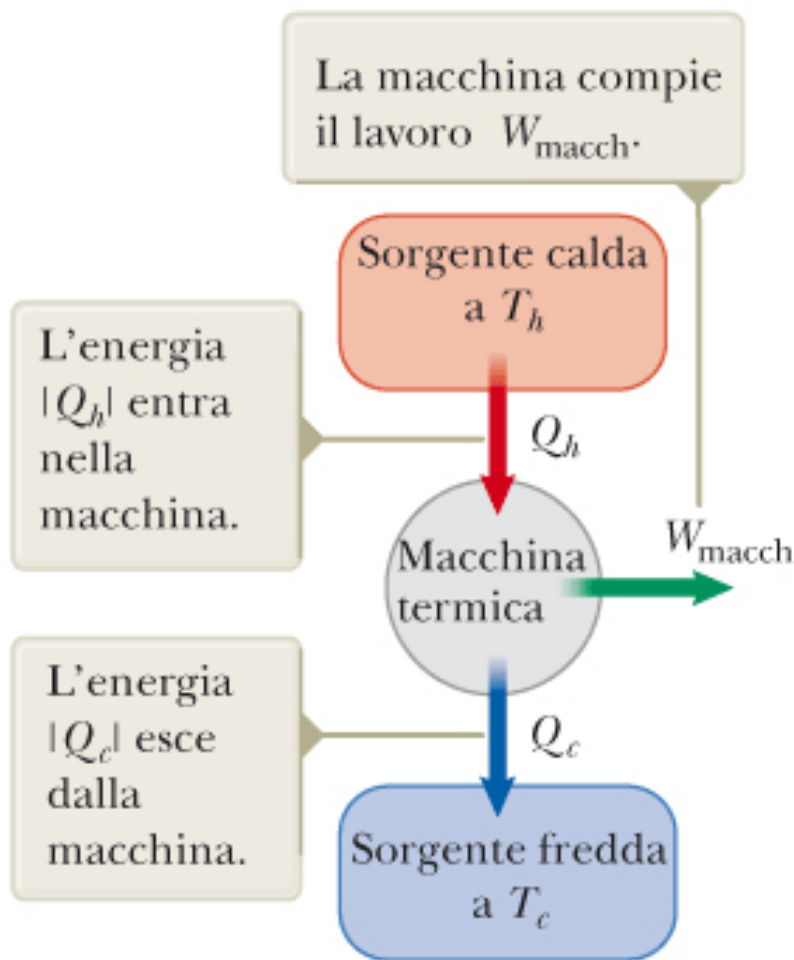


Figura 22.2 Rappresentazione schematica di una macchina termica.

Una macchina termica irrealizzabile

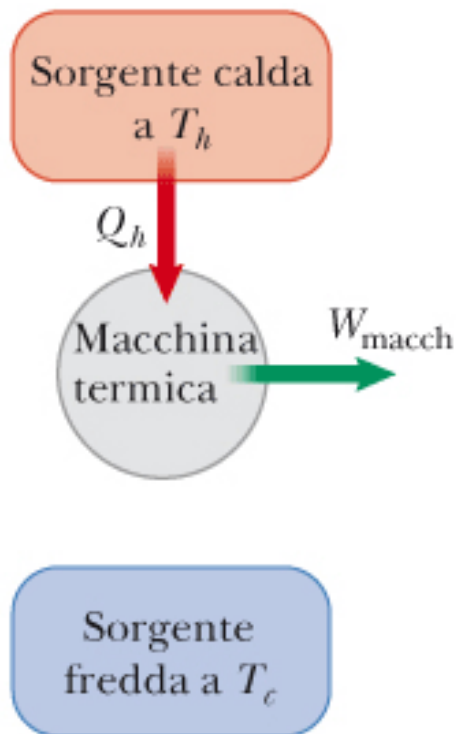


Figura 22.3 Rappresentazione schematica di una macchina termica che preleva energia da una sorgente calda e la trasforma in una uguale quantità di lavoro. Questa macchina perfetta è irrealizzabile.

Lavoro compiuto in una trasformazione termodinamica reversibile

Trasformazione isobara reversibile

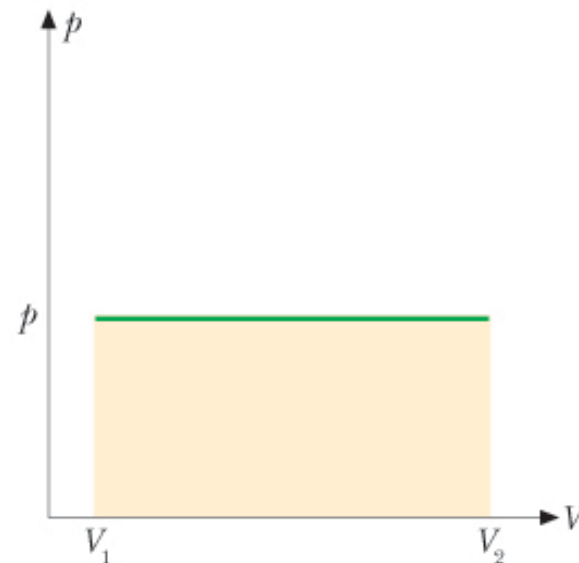
$$p = \text{costante}$$

$$L = p \Delta V$$

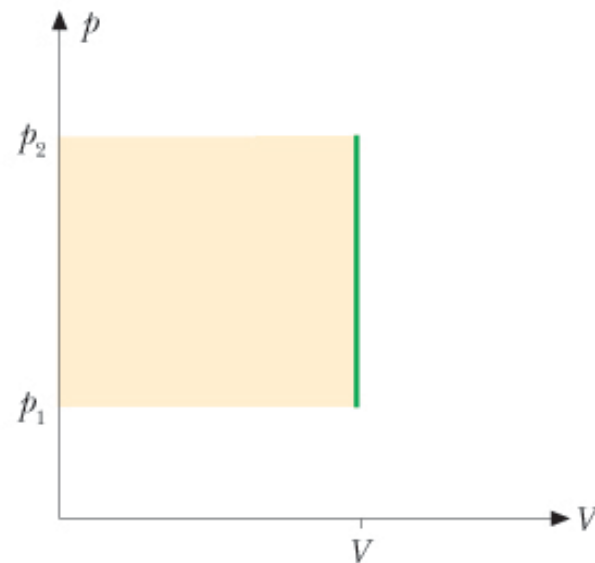
Trasformazione isocora reversibile

$$\Delta V = 0$$

$$L = 0$$



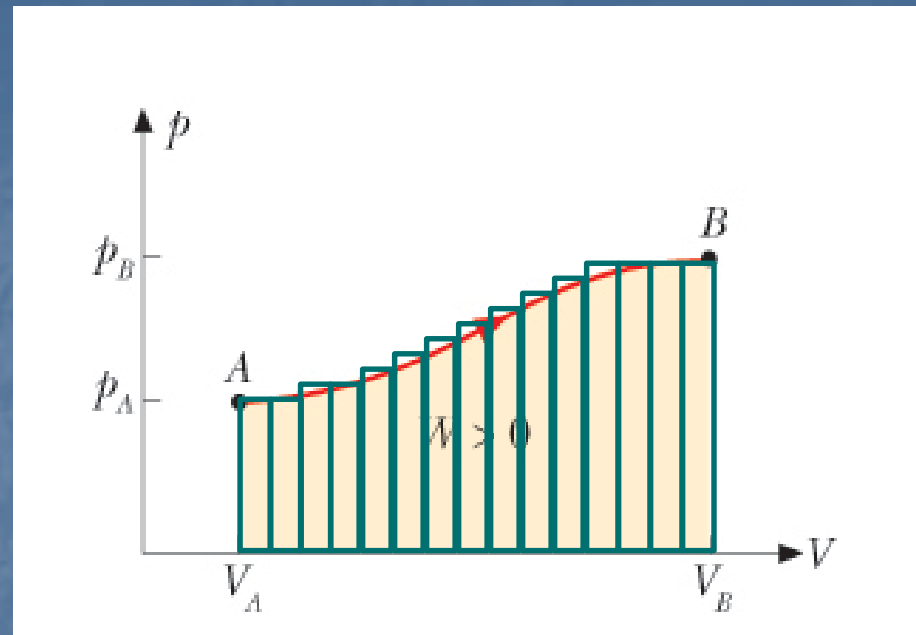
(a)



(b)

Lavoro compiuto in una trasformazione termodinamica reversibile

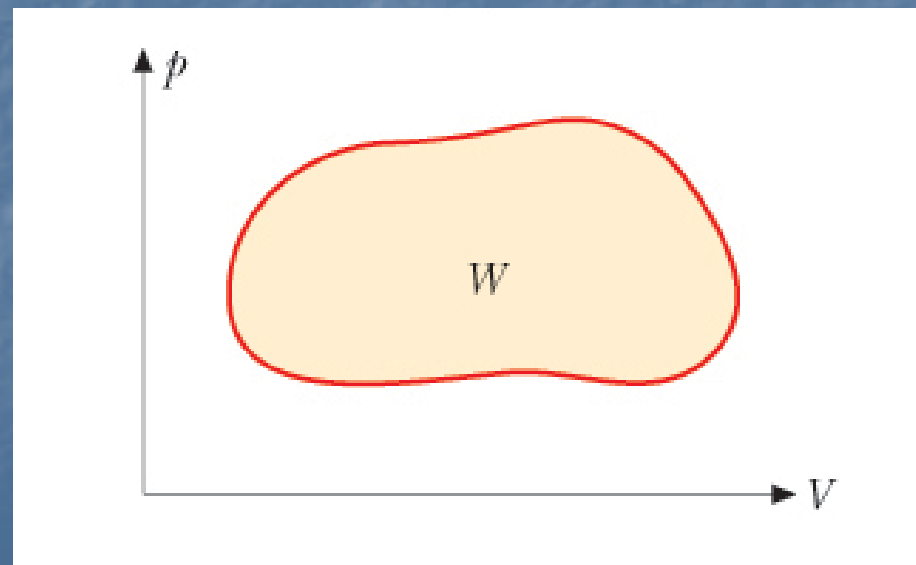
$$L = \int_{V_A}^{V_B} p \, dV$$



Lavoro in una trasformazione ciclica

~~$L = \int p \, dV$~~ ?

$L = \text{area compresa nel ciclo}$



Lavoro in una trasformazione isoterma

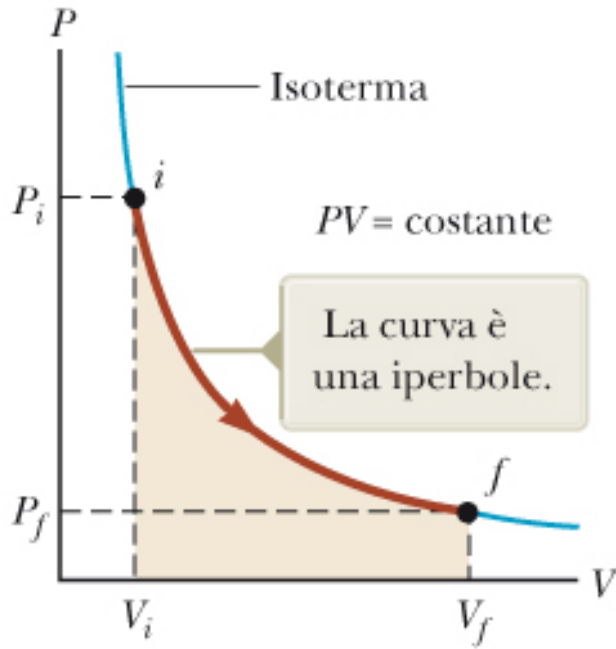


Figura 20.9 La rappresentazione nel piano PV di una espansione isoterma di un gas perfetto da uno stato iniziale ad uno stato finale.

$$L = \int_{V_A}^{V_B} p \, dV$$

$$p = \frac{nRT}{V}$$

$$L = nRT \int_{V_A}^{V_B} \frac{dV}{V}$$

$$= nRT \ln \frac{V_B}{V_A}$$

Lavoro in una trasformazione isoterma

$$L = n R T \ln \frac{V_B}{V_A}$$

$$p_A V_A = p_B V_B$$

$$L = n R T \ln \frac{p_A}{p_B}$$

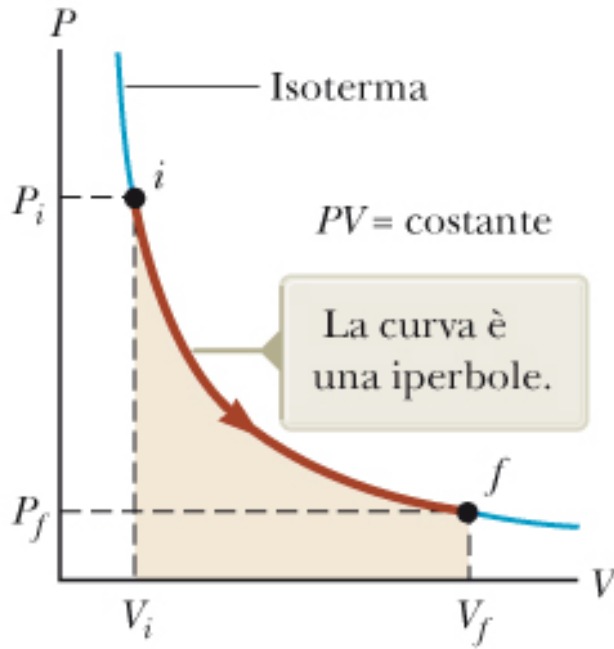
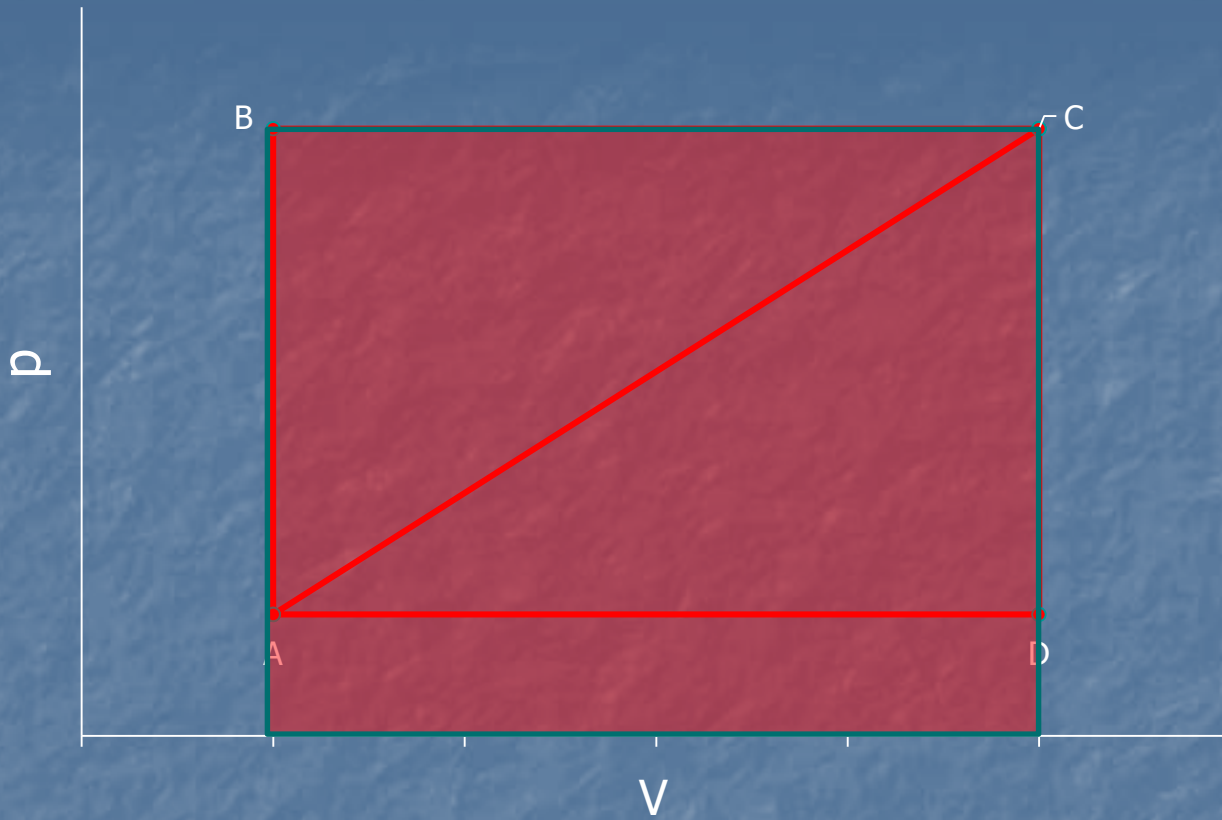
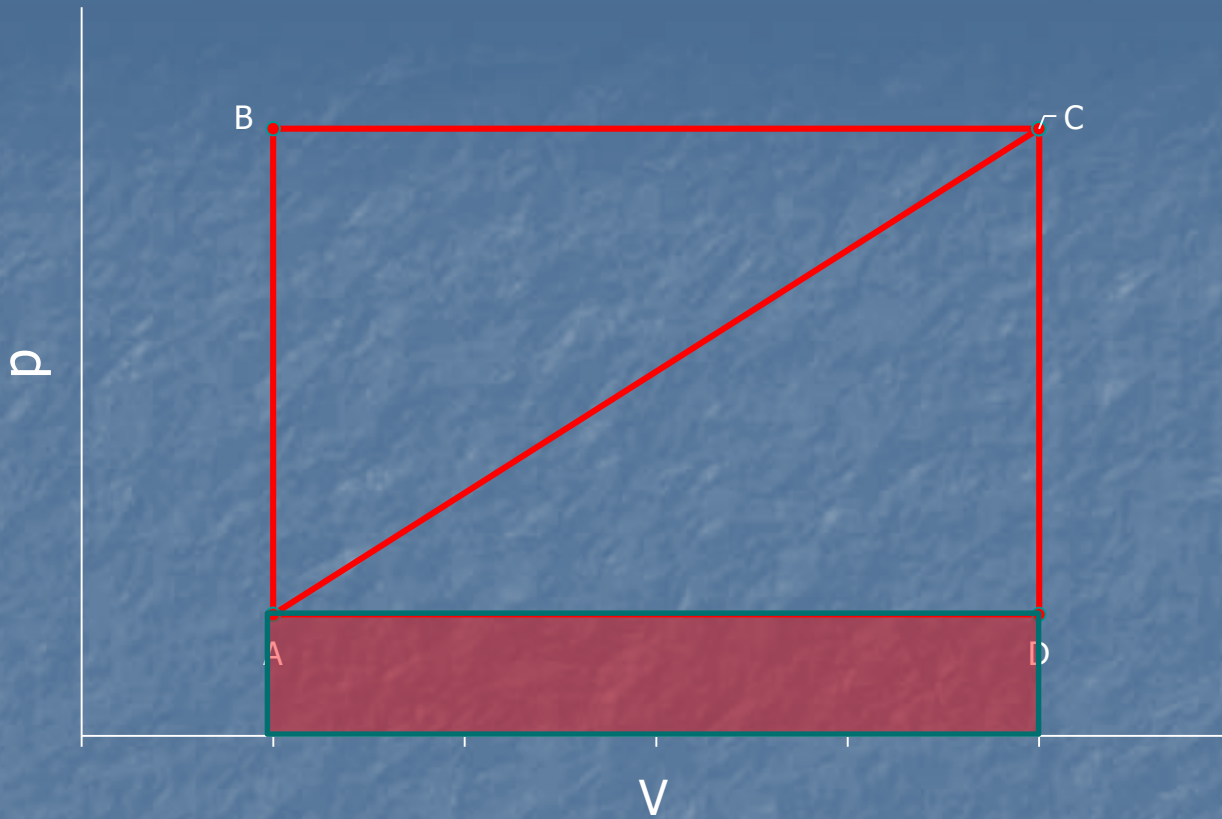


Figura 20.9 La rappresentazione nel piano PV di una espansione isoterma di un gas perfetto da uno stato iniziale ad uno stato finale.



Lavoro nella trasformazione $A \rightarrow B \rightarrow C$

$$L = p_B * (V_C - V_B)$$

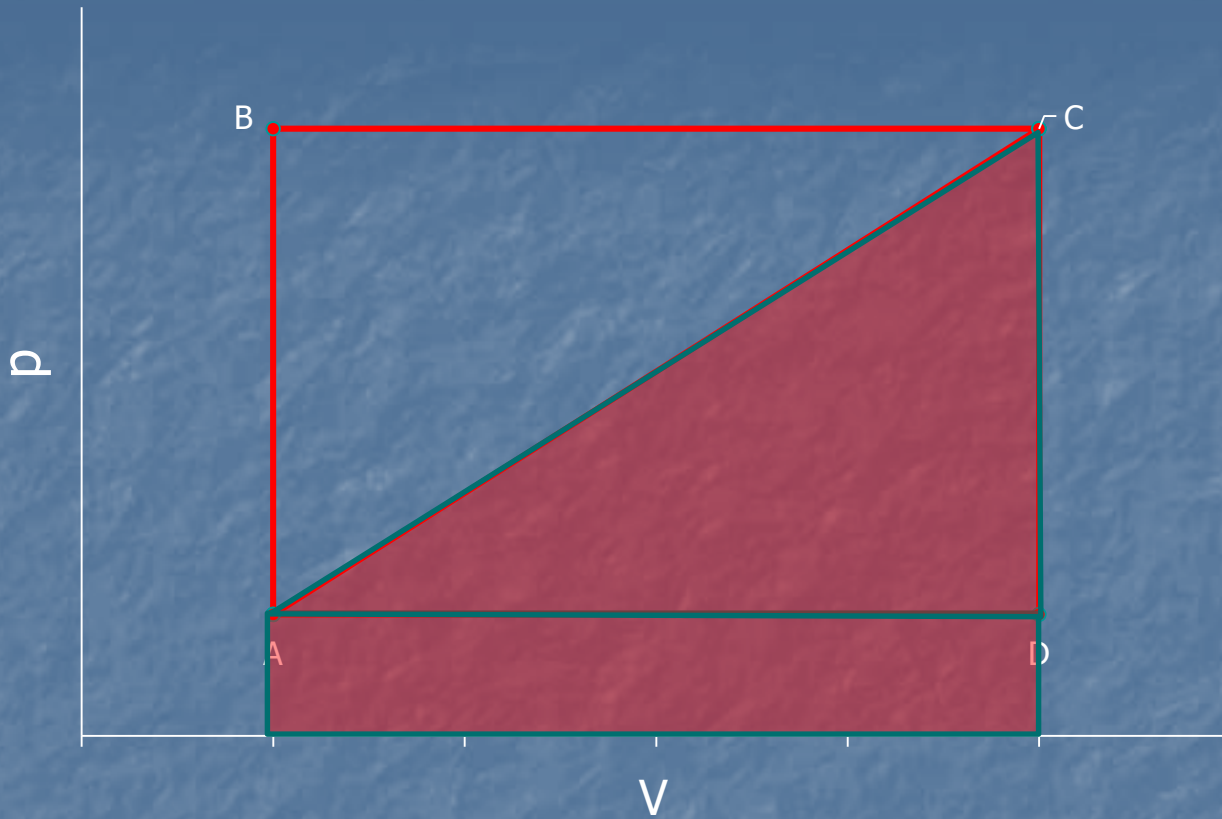


Lavoro nella trasformazione A>B>C

$$L = p_B * (V_C - V_B)$$

Lavoro nella trasformazione A>D>C

$$L = p_A * (V_D - V_A)$$



Lavoro nella trasformazione A>B>C

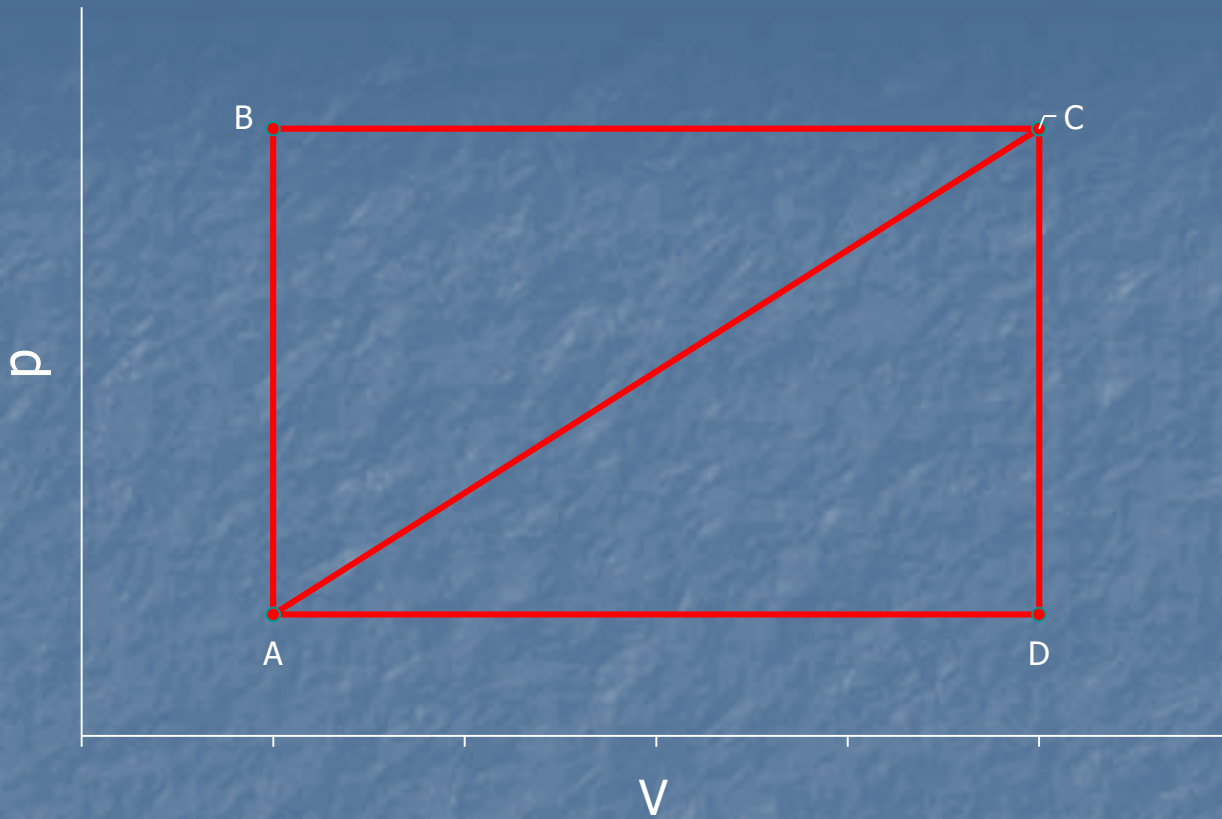
$$L = p_B * (V_C - V_B)$$

Lavoro nella trasformazione A>D>C

$$L = p_A * (V_D - V_A)$$

Lavoro nella trasformazione A>C

$$L = 1/2 (p_A + p_C) * (V_D - V_A)$$



Il lavoro nella trasformazione da A a C dipende dal percorso seguito

Anche il calore scambiato dal sistema dipende dal percorso seguito

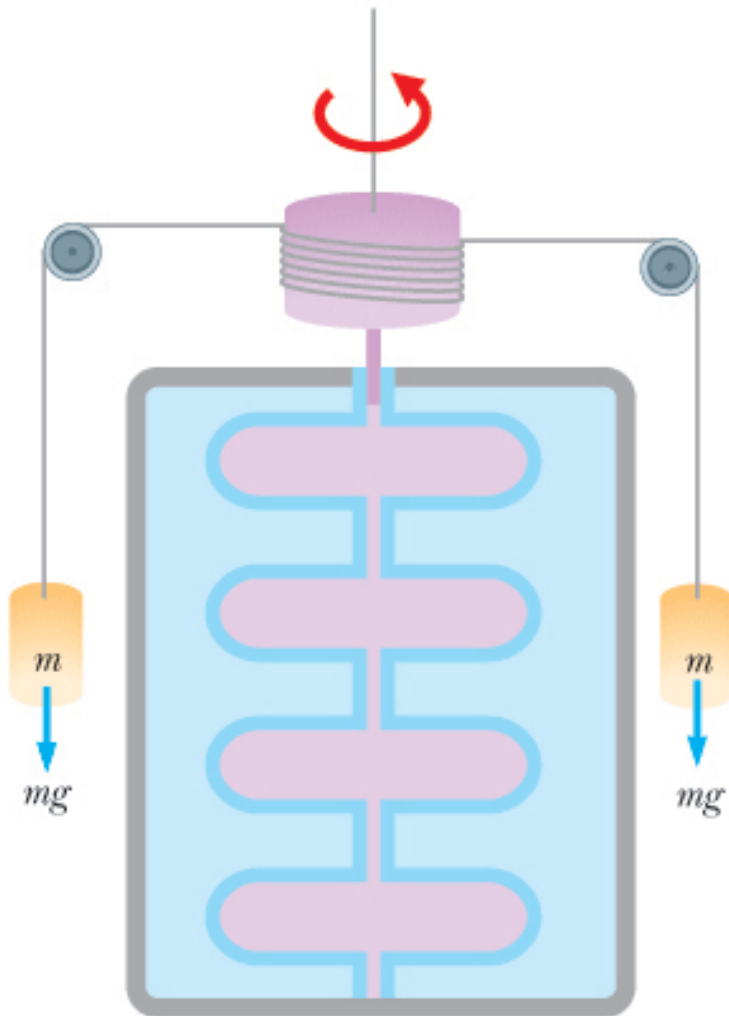


Figura 12.3

Esperimento di Joule.

Per esempio: qui
NON viene scambiato calore
con il sistema:
solo lavoro meccanico.
Il calorimetro è isolato

Ma il sistema
(acqua nel calorimetro)
aumenta la sua temperatura
come se avesse ricevuto calore

Esiste una terza grandezza,
detta *energia interna* U ,
che può aumentare sia che
il sistema assorba calore

$$\Delta U = Q$$

sia che si svolga lavoro sul
sistema

$$\Delta U = - L$$

In generale:

$$\Delta U + L = Q$$

Primo principio
della Termodinamica

Convenzione sui segni:

Q è considerato positivo se viene assorbito dal sistema

L viene considerato positivo se è svolto dal sistema

L'energia interna è una funzione di stato:

la sua variazione tra gli stati A e B NON dipende dal percorso seguito, ma solo dalle variabili termodinamiche degli stati A e B

da quali variabili?

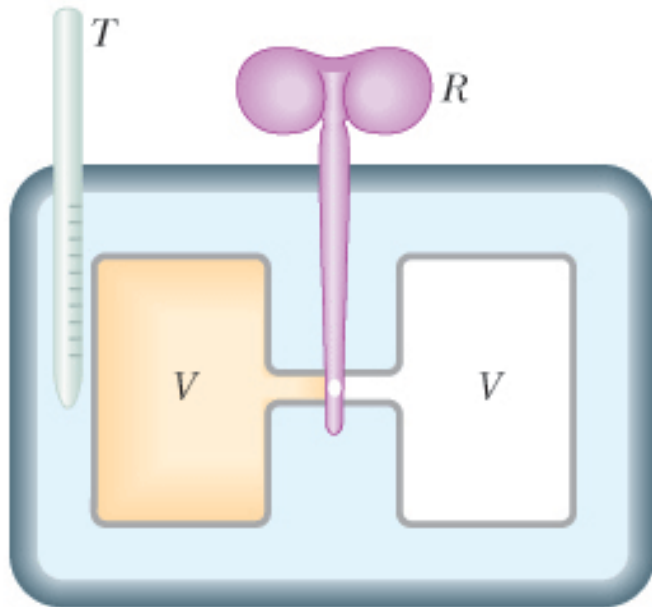


Figura 13.12

Schema del dispositivo dell'esperienza dell'espansione libera di Joule.

In un calorimetro, all'equilibrio, è presente un doppio serbatoio, a metà pieno di gas.

Il rubinetto R apre il diaframma che separa le due metà e lascia che il gas si espanda nella metà vuota.

Cambia il volume del gas, cambia la pressione. La trasformazione non è reversibile.

Il termometro mostra che la temperatura T non varia.

La variazione di energia interna NON dipende da volume e pressione, ma solo dalla temperatura

$$\Delta U + L = Q$$

E' una estensione della conservazione dell'energia.

L'energia interna è una funzione di stato come lo era l'energia potenziale, nei sistemi meccanici, ma solo se le forze agenti fossero conservative.

L'energia interna è legata a proprietà interne del sistema, come moto molecolare o forze intermolecolari. Non esiste un'espressione analitica dell'energia interna valida per qualsiasi sistema