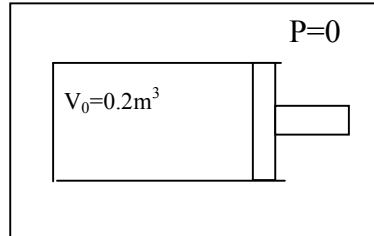
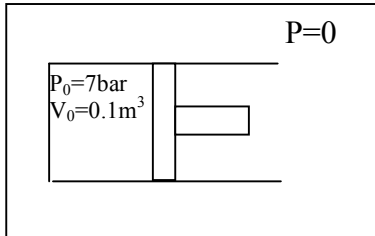


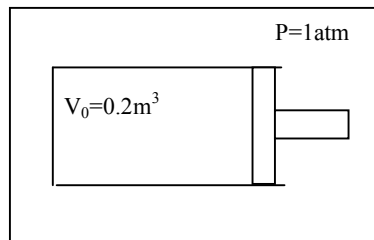
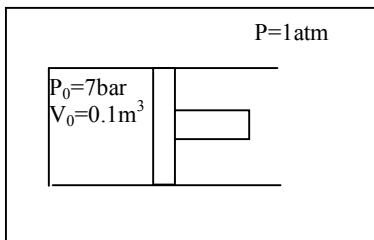
1. Un gas è mantenuto in un cilindro da un pistone. La pressione iniziale del gas è pari a  $P_0=7\text{bar}$  ed il volume vale  $V_0=0.1\text{m}^3$ . Il pistone inizialmente è mantenuto fermo da cinghie e l'intero sistema è sotto vuoto. Calcolare la variazione di energia interna del gas se le cinghie sono rimosse in modo tale che il gas istantaneamente espande raddoppiando il proprio volume.



Ris.  $\Delta U=0$

Non essendo applicata alcuna forza esterna al pistone (la pressione esterna è nulla) il lavoro compiuto dal sistema è nullo:  $\dot{W}_s=0$ . Durante l'operazione non c'è trasferimento di calore:  $\dot{Q}=0$ . Il bilancio di energia fornisce:  $\Delta U=0$

2. Lo stesso processo dell'esercizio precedente viene ripetuto non sotto vuoto ma in aria a pressione atmosferica. Supponendo che non avvengano scambi di calore, calcolare la variazione di energia interna



Ris.  $\Delta U=-10.13\text{KJ}$

$W_s=-P\Delta V=-101.3\text{KPa} \cdot 0.1\text{m}^3=-10.13\text{KJ}$  (negativo, perché compiuto dal sistema e quindi in uscita)

$\Delta U=Q+W_s=-10.13\text{KJ}$  (il sistema perde energia perché compie lavoro)

3.  $n=5$  moli di azoto a  $T_0=80^\circ\text{C}$  ( $C_p=29.1\text{J/molK}$ ,  $C_v=20.8\text{J/molK}$ ) sono contenute in un recipiente rigido. Quanto calore deve essere fornito al sistema per portarne la temperatura a  $T_1=300^\circ\text{C}$  se il recipiente ha una capacità termica trascurabile? E se la massa del recipiente è pari a  $M_r=100\text{Kg}$  e la sua capacità termica è pari a  $C_r=0.5\text{J/gK}$ ?

Ris.  $Q=22'880\text{J}$ ,  $Q+Q_r=11 \cdot 10^6\text{J}$

Il processo viene condotto a  $V=\text{cost}$  (il recipiente è rigido) e quindi  $Q=n\Delta U=nC_v\Delta T$

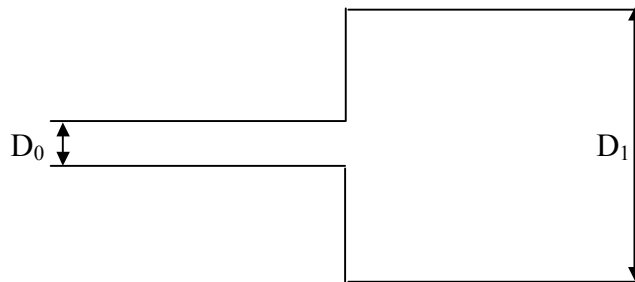
Se bisogna riscaldare anche il recipiente, alla quantità di calore precedente bisogna aggiungere  $Q_r = M_r C_r \Delta T$

4.  $n=3$  moli di azoto a  $T_0=230^\circ\text{C}$  ( $C_p=29.1\text{J/molK}$ ,  $C_v=20.8\text{J/molK}$ ) sono contenute in un sistema cilindro-pistone. Quanto calore deve essere estratto dal gas (che è tenuto a pressione costante) per portarne la temperatura a  $T_1=80^\circ\text{C}$ ?

Ris.  $Q=-13'095\text{J}$

$Q=n\Delta H=nC_p\Delta T$  (il calore è negativo perché esce dal sistema)

5. Dell'aria liquida a  $T_0=70^\circ\text{F}$  ( $294.3\text{K}$ ) scorre in un tubo dritto orizzontale. Gli scambi di calore con l'esterno sono trascurabili e il sistema non trasferisce lavoro. La velocità della corrente in ingresso è pari a  $v_0=30\text{Ft/s}$  ( $9.1\text{m/s}$ ) e il diametro del tubo all'ingresso vale  $D_0=1\text{in}$  ( $2.54\text{cm}$ ). Il condotto aumenta improvvisamente di diametro. Calcolare la variazione di entalpia dell'acqua se il diametro a valle vale  $D_1=3\text{in}$  ( $7.62\text{cm}$ ). Calcolare la variazione di entalpia dell'acqua se il diametro a valle tende all'infinito.



Ris.  $\Delta H=41.6\text{J/Kg}$ ,  $\Delta H_\infty=41.8\text{J/Kg}$

Nel caso in esame  $Q=0$ ,  $W_s=0$ ,  $\Delta z=0$  e quindi

$$\Delta H + \Delta(v^2/2) = 0$$

Se il fluido è incomprimibile,  $v_0 A_0 = v_1 A_1 \Rightarrow v_1 = v_0 A_0 / A_1$

$$\Delta(v^2) = v_0^2 [(A_0^2 / A_1^2) - 1] = v_0^2 [(D_0^2 / D_1^2) - 1]$$

$$\Delta H = v_0^2 / 2 [1 - (D_0^2 / D_1^2)] \quad \text{il fluido acquista entalpia a scapito dell'energia cinetica}$$

Se  $D_1 \rightarrow \infty$   $\Delta H = v_0^2 / 2$       tutta l'energia cinetica si trasforma in entalpia