

Esercitazione 9

Fisica Generale 1

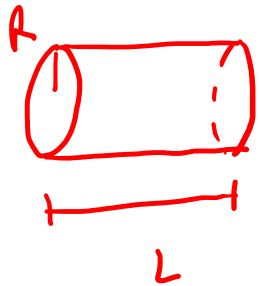
15/05/2026

Paola Perion

Esercizio 1 – Esempio 16.1 del libro

Un gas occupa un recipiente cilindrico con sezione circolare di raggio $R = 0.22m$ e lunghezza $L = 0.35m$. La pressione del gas è di $2.00atm$. Determinare:

1) Il volume in litri occupato dal gas



$$V = \pi R^2 L = 3.14 \cdot (0.22m)^2 \cdot 0.35m = 0.053 m^3$$
$$1 dm^3 = 1 l$$
$$= 53 dm^3 = 53 l$$

Esercizio 1 – Esempio 16.1 del libro

Un gas occupa un recipiente cilindrico con sezione circolare di raggio $R = 0.22m$ e lunghezza $L = 0.35m$. La pressione del gas è di $2.00atm$. Determinare:

2) la forza esercitata dal gas su una delle facce circolari del cilindro

$$p = \frac{F}{A}$$

$$F = pA$$

$$p = 2.00atm = 2.00 \cdot 1.013 \cdot 10^5 Pa = 2.026 \cdot 10^5 Pa$$

$$F = 2.026 \cdot 10^5 Pa \cdot \pi R^2 = 2.026 \cdot 10^5 Pa \cdot 3.14 \cdot (0.22m)^2 =$$
$$= 3.1 \cdot 10^4 N$$

Esercizio 1 – Esempio 16.1 del libro

Un gas occupa un recipiente cilindrico con sezione circolare di raggio $R = 0.22m$ e lunghezza $L = 0.35m$. La pressione del gas è di $2.00atm$. Determinare:

3) Supponendo che il gas sia He e che la sua massa sia di $0.0072kg$, qual è il numero di moli n ?

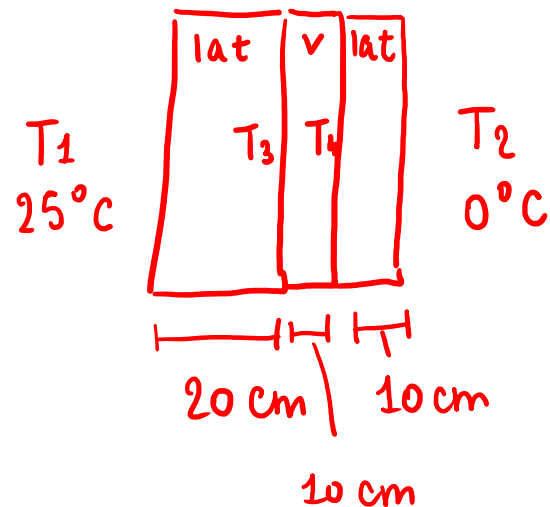
$$n = \frac{m}{M} = \frac{7.2 \text{ g}}{4.0 \text{ g}} \text{ mol} = 1.8 \text{ mol}$$

$$M = 4.0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Esercizio 2

Una parete è composta dai seguenti strati: 20cm di laterizio con coefficiente di conducibilità termica $k_1 = 0.25 \frac{W}{mK}$, 10cm di vermiculite espansa con $k_2 = 0.07 \frac{W}{mK}$, e altri 10cm di laterizio. Le temperature esterne sono $T_1 = 25^\circ C$ e $T_2 = 0^\circ C$.

1) Determinare le temperature intermedie ai vari strati.



$$\Delta T = \frac{C}{A} \frac{\Delta x}{k}$$

$$T_1 - T_3 = \frac{C}{A} \frac{(0.2m)}{k_1}$$

$$T_3 - T_4 = \frac{C}{A} \frac{(0.1m)}{k_2}$$

$$T_4 - T_2 = \frac{C}{A} \frac{(0.1m)}{k_1}$$

$$T_1 - T_3 + T_3 - T_4 + T_4 - T_2 =$$

$$= \frac{C}{A} \left(\frac{0.2m}{k_1} + \frac{0.1m}{k_2} + \frac{0.1m}{k_1} \right)$$

$$T_1 - T_2 = \frac{C}{A} \left(\frac{0.2m}{k_1} + \frac{0.1m}{k_2} + \frac{0.1m}{k_1} \right)$$

Esercizio 2

Una parete è composta dai seguenti strati: 20cm di laterizio con coefficiente di conducibilità termica $k_1 = 0.25 \frac{W}{mK}$, 10cm di vermiculite espansa con $k_2 = 0.07 \frac{W}{mK}$, e altri 10cm di laterizio. Le temperature esterne sono $T_1 = 25^\circ C$ e $T_2 = 0^\circ C$.

1) Determinare le temperature intermedie ai vari strati.

$$T_1 - T_2 = \frac{C}{A} \left(\frac{0.2m}{k_1} + \frac{0.1m}{k_2} + \frac{0.1m}{k_1} \right)$$

$$\frac{C}{A} = \frac{25^\circ C - 0^\circ C}{\frac{0.2m}{0.25 W} mK + \frac{0.1m}{0.07 W} mK + \frac{0.1m}{0.25 W} mK} = 9.5 \frac{W}{m^2}$$

$$T_3 = T_1 - \frac{C}{A} \left(\frac{0.2m}{k_1} \right) = 25^\circ C - 9.5 \frac{W}{m^2} \left(\frac{0.2m}{0.25 W} mK \right) = 25^\circ C - 7.6^\circ C = 17.4^\circ C$$

$$T_4 = T_2 + \frac{C}{A} \left(\frac{0.1m}{k_1} \right) = 0^\circ C + 3.8^\circ C = 3.8^\circ C$$

Esercizio 3

Il serbatoio di un'auto ha una capacità di 45 litri. Al distributore vengono immagazzinati 43 litri di benzina misurati quando la temperatura ambiente è 20°C . Durante la giornata la temperatura aumenta sino a 32°C .

1) Quale volume occuperà la benzina nel serbatoio dopo l'aumento della temperatura? Il coefficiente di dilatazione cubica della benzina vale $\beta = 9.5 \cdot 10^{-4} \text{K}^{-1}$

$$\Delta V = \beta V_0 \Delta T$$

$$\Delta T = 32^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C} = 12^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta V = 9.5 \cdot 10^{-4} \text{K}^{-1} \cdot 43 \text{ l} \cdot 12 \text{ K} = 4.9 \cdot 10^{-1} \text{ l}$$

$$V_f = V_0 + \Delta V = 43 \text{ l} + 0.49 \text{ l} = 43.49 \text{ l}$$

Esercizio 3

Il serbatoio di un'auto ha una capacità di 45 litri. Al distributore vengono immagazzinati 43 litri di benzina misurati quando la temperatura ambiente è 20°C . Durante la giornata la temperatura aumenta sino a 32°C .

2) Determinare la densità della benzina a 32°C sapendo che la densità a 20°C è $0,72 \text{ kg/dm}^3$

$$d = \frac{m}{v}$$

$$\begin{cases} m = d_i V_i \\ m = d_f V_f \end{cases}$$

$$\Rightarrow d_i V_i = d_f V_f$$

$$d_f = d_i \frac{V_i}{V_f} = 0,72 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \cdot \frac{43 \text{ l}}{43,49 \text{ l}} = 0,71 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$$

Esercizio 4 – Prova scritta del 21/02/2023

Si consideri un recipiente adiabatico e di capacità termica trascurabile, contenente una massa $m_a = 100g$ di acqua a temperatura $T = 10^\circ\text{C}$ posta a pressione atmosferica. Nel recipiente viene immerso un blocco di rame di massa $M_R = 1.0kg$. In seguito all'immersione del blocco, all'equilibrio nel recipiente rimangono $90g$ di acqua alla temperatura $T_{eq} = 100^\circ\text{C}$.

1) Si calcoli la temperatura iniziale del blocco di rame, assumendo un calore specifico del rame $c_R = 0.092 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$. Si ricordi che il calore specifico dell'acqua è $c_a = 1 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ e il calore latente di evaporazione dell'acqua è $L_{ev} = 2257 \text{ kJ/kg}$.

Nota: $1\text{cal} \simeq 4.187\text{J}$

$$Q_{ai} + Q_{Ri} = Q_{af} + Q_{Rf} \Rightarrow \Delta Q_a = -\Delta Q_R$$

$$\Delta Q_a = m_a c_a \Delta T_a + m_{ev} L_{ev} = m_a c_a (T_{eq} - T) + m_{ev} L_{ev}$$

$$\Delta Q_R = m_R c_R \Delta T_R = m_R c_R (T_{eq} - T_R)$$

$$m_a c_a (T_{eq} - T) + m_{ev} L_{ev} = -m_R c_R (T_{eq} - T_R)$$

Esercizio 4 – Prova scritta del 21/02/2023

Si consideri un recipiente adiabatico e di capacità termica trascurabile, contenente una massa $m_a = 100g$ di acqua a temperatura $T = 10^\circ\text{C}$ posta a pressione atmosferica. Nel recipiente viene immerso un blocco di rame di massa $M_R = 1.0kg$. In seguito all'immersione del blocco, all'equilibrio nel recipiente rimangono $90g$ di acqua alla temperatura $T_{eq} = 100^\circ\text{C}$.

1) Si calcoli la temperatura iniziale del blocco di rame, assumendo un calore specifico del rame $c_R = 0.092 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$. Si ricordi che il calore specifico dell'acqua è $c_a = 1 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ e il calore latente di evaporazione dell'acqua è $L_{ev} = 2257 \text{ kJ/kg} = 2257 \frac{\text{J}}{\text{g}}$

Nota: $1 \text{ cal} \simeq 4.187 \text{ J}$

$$m_a c_a (T_{eq} - T) + m_{ev} L_{ev} = - m_R c_R (T_{eq} - T_R)$$

$$T_R = \frac{m_a c_a (T_{eq} - T) + m_{ev} L_{ev} + m_R c_R T_{eq}}{m_R c_R} = \frac{\left(100 \text{ g} \cdot 1 \frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}} (100^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) + 10 \text{ g} \cdot \frac{2257}{4.187} \frac{\text{cal}}{\text{g}} + 1000 \text{ g} \cdot 0.092 \frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}} \cdot 100^\circ\text{C} \right)}{1000 \text{ g} \cdot 0.092 \frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}}} = 256^\circ\text{C}$$

Esercizio 4 – Prova scritta del 21/02/2023

Si consideri un recipiente adiabatico e di capacità termica trascurabile, contenente una massa $m_a = 100g$ di acqua a temperatura $T = 10^\circ\text{C}$ posta a pressione atmosferica. Nel recipiente viene immerso un blocco di rame di massa $M_R = 1.0kg$. In seguito all'immersione del blocco, all'equilibrio nel recipiente rimangono $90g$ di acqua alla temperatura $T_{eq} = 100^\circ\text{C}$.

2) Si trovino la variazione di entropia ΔS dell'acqua e del rame dallo stato iniziale a quello finale. I valori ottenuti sono in accordo con il Secondo Principio della Termodinamica?

Esercizio 4 – Prova scritta del 21/02/2023

Si consideri un recipiente adiabatico e di capacità termica trascurabile, contenente una massa $m_a = 100g$ di acqua a temperatura $T = 10^\circ\text{C}$ posta a pressione atmosferica. Nel recipiente viene immerso un blocco di rame di massa $M_R = 1.0kg$. In seguito all'immersione del blocco, all'equilibrio nel recipiente rimangono $90g$ di acqua alla temperatura $T_{eq} = 100^\circ\text{C}$.

3) A partire dalle stesse condizioni iniziali dell'acqua, si determini la temperatura di equilibrio finale del sistema se la temperatura iniziale del blocco di rame fosse stata di 300°C . Quanta acqua rimane nel recipiente?

$T_{eq} = 100^\circ\text{C}$ a meno che l'acqua non evaporizzi tutta

$$m_a c_a (T_{eq} - T_a) + m_{ev} L_{ev} = - m_R c_R (T_{eq} - T_{Ri})$$

$$m_{ev} = \frac{- m_R c_R (T_{eq} - T_{Ri}) - m_a c_a (T_{eq} - T_a)}{L_{ev}} =$$

$$= \frac{1000g \cdot 0.092 \frac{\text{cal}}{g^\circ\text{C}} (100^\circ\text{C} - 300^\circ\text{C}) - 100g \cdot 1 \frac{\text{cal}}{g^\circ\text{C}} (100^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C})}{2257 / 4.187 \frac{\text{cal}}{g}} = 17.4g$$



Esercizio 5

Una mole di gas occupa inizialmente un volume $V_0 = 8\text{l}$ e compie una trasformazione isoterma alla temperatura costante di $T_0 = 300\text{K}$, producendo un lavoro di 150J . Quale è il volume finale del gas?

$$W = \int_{V_i}^{V_f} p dV = \int_{V_i}^{V_f} \frac{nRT}{V} dV = nRT \int_{V_i}^{V_f} \frac{1}{V} dV = nRT \ln \left(\frac{V_f}{V_i} \right)$$

$$pV = nRT$$

$$W = nRT \ln \left(\frac{V_f}{V_i} \right) \Rightarrow \frac{W}{nRT} = \ln \left(\frac{V_f}{V_i} \right) \Rightarrow e^{\frac{W}{nRT}} = \frac{V_f}{V_i} \Rightarrow V_f = V_i e^{\frac{W}{nRT}}$$

$$V_f = 8\text{l} e^{\frac{150\text{J}}{1\text{mol} \cdot 8.31\text{Jmol}^{-1}\text{K}^{-1} \cdot 300\text{K}}} = 8.5\text{l}$$

Esercizio 6

Un cubetto di ghiaccio secco (CO_2 solido) di massa $m = 10g$ viene posto in un contenitore molto freddo di volume $V_A = 10l$. Quindi, tutta l'aria viene rapidamente pompata fuori dal contenitore e questo viene chiuso ermeticamente. Il contenitore viene poi scaldato fino a $T_A = 0^\circ C$, una temperatura alla quale il CO_2 diventa gassoso. Si ricordi che la massa atomica dell'ossigeno è $15.999g/mol$ e quella del carbonio $12.011g/mol$.

1) Si determini la pressione del gas nello stato A.

$$pV = nRT$$

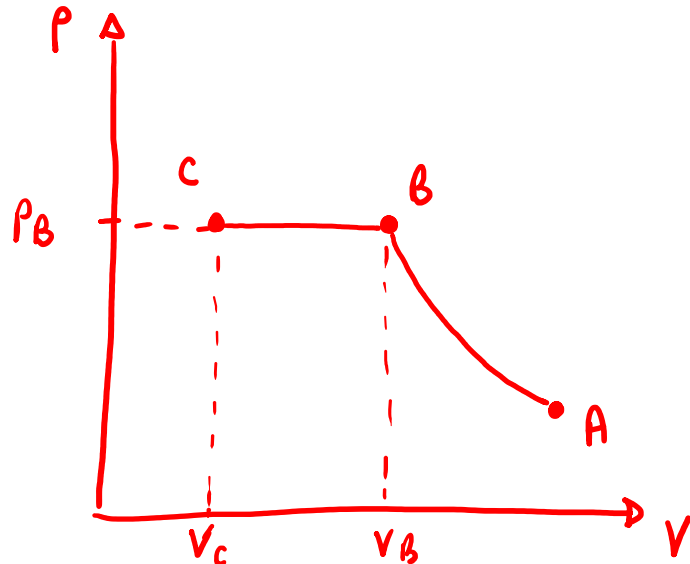
$$n = \frac{m}{M} = \frac{10g}{2 \cdot 15.999 \frac{g}{mol} + 1 \cdot 12.011 \frac{g}{mol}} = 0.23 \text{ mol}$$

$$p_A = \frac{nRT}{V} = \frac{0.23 \text{ mol} \cdot 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 273 \text{ K}}{0.010 \text{ m}^3} = 5.2 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

Esercizio 6

Un cubetto di ghiaccio secco (CO_2 solido) di massa $m = 10g$ viene posto in un contenitore molto freddo di volume $V_A = 10l$. Quindi, tutta l'aria viene rapidamente pompata fuori dal contenitore e questo viene chiuso ermeticamente. Il contenitore viene poi scaldato fino a $T_A = 0^\circ C$, una temperatura alla quale il CO_2 diventa gassoso. Si ricordi che la massa atomica dell'ossigeno è $15.999g/mol$ e quella del carbonio $12.011g/mol$.

2) Il gas viene poi sottoposto ad una compressione isoterma finché la sua pressione diventa pari a $P_B = 3.0atm$ (stato B), seguita, immediatamente dopo, da una compressione isobara finché il volume arriva a $V_C = 1.5l$ (stato C). Dopo aver rappresentato questi processi in un diagramma pV , si determini la temperatura finale T_C del gas.



$$\& T_A = T_B$$

$$pV = nRT$$

$$\& A \rightarrow B$$

$$P_A V_A = P_B V_B$$

$$V_B = \frac{P_A}{P_B} V_A = \frac{5.2 \cdot 10^4 Pa}{3 \cdot 1.013 \cdot 10^5 Pa} 10l = 1.7l$$

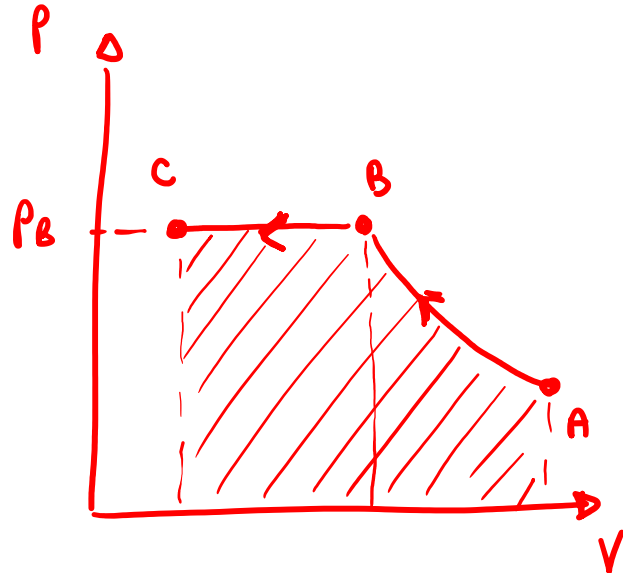
$$B \rightarrow C \quad \frac{T_B}{V_B} = \frac{T_C}{V_C}$$

$$T_C = \frac{V_C}{V_B} T_B = \frac{1.5l}{1.7l} 273K = 241K$$

Esercizio 6

Un cubetto di ghiaccio secco (CO_2 solido) di massa $m = 10g$ viene posto in un contenitore molto freddo di volume $V_A = 10l$. Quindi, tutta l'aria viene rapidamente pompata fuori dal contenitore e questo viene chiuso ermeticamente. Il contenitore viene poi scaldato fino a $T_A = 0^\circ C$, una temperatura alla quale il CO_2 diventa gassoso. Si ricordi che la massa atomica dell'ossigeno è $15.999g/mol$ e quella del carbonio $12.011g/mol$.

3) Si determini il lavoro compiuto dal gas nell'intero processo.



$$W = W_{AB} + W_{BC}$$

$$W_{AB} = nRT_A \ln\left(\frac{V_B}{V_A}\right) = 0.23 \text{ mol} \cdot 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 273 \text{ K} \ln\left(\frac{1.7 \text{ l}}{10 \text{ l}}\right)$$
$$= -924.6 \text{ J}$$

$$W_{BC} = \int_{V_B}^{V_C} p dV = p_B (V_C - V_B) = 3 \cdot 1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa} (0.0015 \text{ m}^3 - 0.0017 \text{ m}^3)$$
$$= -60.8 \text{ J}$$

$$W = -924.6 \text{ J} - 60.8 \text{ J} = -985 \text{ J}$$

Esercizio 7

Uno scambiatore di calore di forma cilindrica è isolato termicamente con lana di vetro contenuta da un lamierino di alluminio. Se lo scambiatore ha un diametro di $1.2m$ ed una lunghezza di $6.0m$:

1) determina il calore netto scambiato considerando la temperatura esterna del lamierino $60^{\circ}C$, la temperatura dell'aria $15^{\circ}C$ e l'emissività dell'alluminio $\epsilon = 0.04$.