

Fisica 1 - Termodinamica problemi svolti

Antonio Pierro

Per consigli, suggerimenti, eventuali errori o altro potete scrivere una email a [antonio.pierro\[at\]gmail.com](mailto:antonio.pierro[at]gmail.com)

Urto e calore, Ex. 1

- Un proiettile di piombo di massa $m_1 = 0.01 \text{ kg}$ si muove con velocità $v_1 = 200 \text{ m/s}$ e urta, in modo completamente anelastico, un corpo di alluminio di massa $m_2 = 0.1 \text{ kg}$, inizialmente fermo. Le temperature dei corpi sono uguali alla temperatura ambiente $T_a = 300 \text{ K}$.
- Si determini la temperatura del sistema, immediatamente dopo l'urto, trascurando gli scambi di calore con l'esterno.
- Sia $c_1 = 130 \text{ J/KgK}$ il calore specifico del piombo e $c_2 = 860 \text{ J/KgK}$ quello dell'alluminio.

Ex. 1 - Soluzione 1/2

- L'energia cinetica prima dell'urto vale:

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2$$

- La velocità del sistema nell'istante successivo l'urto è:

$$v_2 = \frac{m_1 * v_1}{m_1 + m_2}$$

- La perdita di energia cinetica sarà:

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 - \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v_2^2 = \frac{1}{2} \frac{m_1 * m_2}{m_1 + m_2} v_1^2$$

Ex. 1 - Soluzione 2/2

- Se l'energia cinetica si trasforma in calore posso scrivere la seguente relazione:

$$\Delta E_{cinetica} = (m_1 c_1 + m_2 c_2) \Delta T$$

- Sostituendo i valori numerici:

$$\Delta T = 2K$$

Heat Transfer, Ex. 1

- Find the radial flow of heat in a material of thermal conductivity placed between two concentric spheres of radii r_1 and r_2 ($r_1 < r_2$) which are maintained at temperatures T_1 and T_2 ($T_1 > T_2$).

Heat Transfer, Ex. 1 - Soluzione

$$\frac{dQ}{dt} = -kA \frac{dT}{dr} \Rightarrow dT = -\frac{1}{k} \frac{dQ}{dt} \frac{dr}{4\pi r^2}$$
$$\int_{T_1}^{T_2} dT = \frac{1}{4\pi k} \frac{r_2 - r_1}{r_1 r_2} \frac{dQ}{dt}$$
$$\frac{dQ}{dt} = 4\pi k \frac{r_1 r_2}{r_2 - r_1} (T_2 - T_1)$$

Ex. 3

- L'anidride carbonica è un gas, la cui equazione di stato per una mole di gas è rappresentata dall'equazione:

$$\left(p + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT$$

con $a = 0.44 \text{ Nm}^4 / (\text{mole})^2$ e $b = 0.52 * 10^{-4}$.

- Calcolare il lavoro compiuto da una mole di gas in un'espansione isoterma reversibile dal volume iniziale $V_1 = 10^{-2} \text{ m}^3$ al volume finale $V_2 = 2 * 10^{-2} \text{ m}^3$, alla temperatura $T = 290 \text{ K}$.
- Si paragoni tale risultato con il lavoro calcolato per la stessa trasformazione, ma considerando l'anidride carbonica come gas ideale.

Ex. 3 - Soluzione 1/2

- Per calcolare il lavoro utilizzo l'espressione:

$$W_1 = \int_{V_1}^{V_2} p dV \text{ con } p = \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V^2}$$

$$W_1 = RT \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V-b} - a \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V^2}$$

$$= RT[\ln(V_2 - b) - \ln(V_1 - b)] + a\left(\frac{1}{V_2} - \frac{1}{V_1}\right)$$

$$RT * \ln \frac{V_2 - b}{V_1 - b} + a\left(\frac{V_1 - V_2}{V_1 * V_2}\right) = 1655.5 \text{ Joule}$$

Ex. 3 - Soluzione 2/2

- Considerando l'anidride carbonica come gas ideale:

$$W_2 = RT \ln \frac{V_2}{V_1} = 1671.2 \text{ Joule}$$

- La diminuzione di lavoro è di circa 0.9%