

Tutoraggio di “Onde, Fluidi e Termodinamica” - 2018 - Corso A

A cura di:

Luisa Ostorero (ostorero@to.infn.it; <http://personalpages.to.infn.it/~ostorero/tutorOFT.html>)
Stefano Trogolo (trogolo@to.infn.it; <http://personalpages.to.infn.it/~trogolo/TutorOFTA/>)

Sesta Sessione

Costanti utili alla risoluzione degli esercizi:

1 atm = 101325 Pa = 760 Torr R = 8.314 J/K/mol $N_A = 6.02214 \cdot 10^{23}$ molecole/mol
 $k_B = 1.3807 \cdot 10^{-23}$ J/K 1 cal = 4.186 J $m_{\text{uma}} = 1.66 \cdot 10^{-27}$ kg

Esercizi da svolgere in aula

1 Si mette a contatto una massa m_1 di ghiaccio alla temperatura di 0°C con una massa m_2 di acqua a 80°C . Determinare la temperatura finale e la massa di ghiaccio fusa se

- a) $m_1 = 1$ kg e $m_2 = 0.5$ kg;
- b) $m_1 = 1$ kg e $m_2 = 2$ kg.

Il calore latente di fusione del ghiaccio è $\lambda_f = 79.7$ cal/g.

2 In condizioni standard* una miscela di azoto ed elio ha una densità pari a $\rho = 0.6$ g/l. Trovare la concentrazione degli atomi di elio (in unità di atomi/l) nella miscela (si tratti la miscela di gas come gas ideale; siano le masse molari pari a $M_{\text{He}} = 4$ g/mol e $M_{\text{N}_2} = 28$ g/mol, rispettivamente).

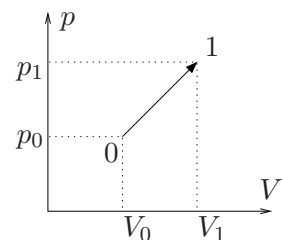
* Per “condizioni standard” si intende: $p = 1$ atm, $T = 0^\circ\text{C}$.

3 In un tubo cilindrico di raggio $r_1 = 10$ cm circola del fluido a temperatura $T_1 = 50^\circ\text{C}$; il cilindro è avvolto da una guaina di gomma di spessore $s = 2$ cm. La temperatura esterna è $T_2 = 10^\circ\text{C}$.

- a) Calcolare la quantità di calore che fluisce attraverso la guaina nell'unità di tempo e per unità di lunghezza del tubo, sapendo che la conducibilità termica della gomma è 0.2 W/(m K);
- b) A quale distanza radiale dal centro del tubo la temperatura è la media tra T_1 e T_2 ?

4 Una mole di gas perfetto monoatomico descrive la trasformazione mostrata in figura. Sono noti i seguenti dati: $V_0 = 5$ dm³, $T_0 = 280$ K, $T_1 = 600$ K e $V_1 = 1.5 V_0$. Si determinino:

- a) l'equazione della trasformazione;
- b) il lavoro svolto dal sistema nel passaggio dal punto 0 al punto 1;
- c) la quantità di calore scambiata dal sistema nel passaggio dal punto 0 al punto 1.



5 Un gas perfetto, inizialmente a pressione $p_1 = 1$ atm e temperatura $T_1 = 300$ K è rinchiuso in un cilindro a pistone mobile; successivamente il gas viene compresso isotermicamente fino ad $1/4$ del volume iniziale ed è poi fatto espandere adiabaticamente fino al raggiungimento del volume iniziale. La pressione finale è $p_3 = 0.4$ atm. Nell'ipotesi che le due trasformazioni siano reversibili, determinare la natura molecolare del gas e la variazione di energia interna a cui è soggetta una mole di gas.

Esercizi aggiuntivi

6 Ad una massa d'aria $m = 0.2$ kg viene somministrata una quantità di calore pari a $2 \cdot 10^4$ cal. Sapendo che la variazione di temperatura dell'aria è 25°C , determinare il lavoro compiuto dal sistema. Si consideri l'aria come un gas perfetto biatomico di massa molare $M = 29$ g/mol.

7 Una mole di gas monoatomico perfetto subisce una trasformazione reversibile isobara che ne dimezza la temperatura assoluta. Calcolare la temperatura finale del gas se durante la trasformazione il gas cede 2000 cal.

8 Una massa di ossigeno (gas biatomico con massa molare $M_{O_2} = 32$ g/mol), che occupa inizialmente un volume di 8.96 l alla pressione di 5 atm, viene lasciata espandere. Sapendo che durante il processo l'energia interna diminuisce di 3028.9 J e che la temperatura finale è di -73.15°C , si determinino la massa del gas e la sua temperatura iniziale. (Si supponga che il gas si comporti come un gas ideale.)

9 Una lattina cilindrica per bibite, piena d'aria, viene immersa completamente in acqua, in posizione capovolta. Si supponga che l'immersione sia così rapida da non far fuoriuscire aria dal suo interno. Quando l'imboccatura della lattina si trova ad una profondità h , l'acqua occupa il 20% del volume della lattina. L'altezza della lattina è $H = 12$ cm e il suo volume è $V = 0.3$ l; il peso e lo spessore delle pareti della lattina sono trascurabili.

a) Quanto vale la profondità h ?

b) Qual è la forza \vec{F} (in modulo, direzione e verso) necessaria per mantenere la lattina immersa in equilibrio?

Si assuma che l'aria sia sempre in equilibrio termico con l'acqua e che per essa valga la legge di Boyle.

Risultati

1. a) 0°C , 502 g; b) 26.8°C , 1 kg

2. $1.63 \cdot 10^{22}$ atomi/l

3. a) 276 W/m; b) 10.95 cm

4. a) $p = (8.0 \cdot 10^7 \text{ V/m}^3 + 6.7 \cdot 10^4) \text{ Pa}$; b) $L = 1413$ J; c) $Q = 5404$ J

5. monoatomico; $\Delta U = -2.25$ kJ

6. $L = 8 \cdot 10^4$ J

7. 403 K

8. 64 g; -0.16°C

9. a) $h = 2.61$ m; b) $\vec{F} = (2.35 \text{ N}) \hat{e}_z$, con \hat{e}_z versore della normale entrante nella superficie libera dell'acqua.