

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/>)

Quinta Sessione

Costanti utili alla risoluzione degli esercizi:

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

Esercizi da svolgere in aula

1 In un tubo orizzontale scorre un liquido di densità $\rho = 1.059 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ con una portata pari a $Q = 5 \text{ l/min}$. Due manometri verticali ad aria libera, distanti tra loro $l = 1.25 \text{ m}$, vengono inseriti nel tubo. Le altezze del liquido nei manometri risultano pari ad $h_1 = 27 \text{ cm}$ e $h_2 = 13 \text{ cm}$, rispettivamente. Sapendo che il diametro del tubo è pari a $d = 0.8 \text{ cm}$ e ipotizzando che il liquido si muova di moto laminare, si determinino:

- la velocità media del liquido;
- la differenza di pressione tra le due sezioni del tubo orizzontale che si trovano in corrispondenza dei manometri;
- il coefficiente di viscosità η del liquido;
- la potenza dissipata dal fluido per mantenere la portata Q .

2 Un proiettile di massa $M = 200 \text{ g}$ è sparato con velocità di 150 m/s contro un blocco di ghiaccio di massa pari a 5 Kg , inizialmente in quiete su di un piano liscio orizzontale. La temperatura iniziale, per il proiettile e per il blocco di ghiaccio, è di 0°C . Il proiettile si ferma nel blocco; calcolare quanto ghiaccio fonde nell'urto e con che velocità si mette in moto il blocco. Si consideri il calore latente di fusione del ghiaccio pari a $\lambda_f = 79.7 \text{ cal/g}$.

3 Una scodella di rame, di massa 146 g , contiene 223 g di acqua. La scodella e l'acqua sono a 21°C . Un cilindro di rame molto caldo, di massa 314 g , è gettato nell'acqua. Ciò provoca l'ebollizione dell'acqua, nonché la produzione di 4.7 g di vapore. Quanto calore è stato ceduto all'acqua? Quanto alla scodella? Qual era la temperatura iniziale del cilindro? ($\lambda = 2256 \text{ kJ/kg}$; $c_{Cu} = 387 \text{ J/(kg K)}$; $c_{acqua} = 4186 \text{ J/(kg K)}$).

4 Un cilindro circolare di vetro a pareti sottili, aperto ad un'estremità, è riempito per 20 cm di mercurio ad una temperatura di 20°C . Calcolare la nuova altezza del mercurio se il recipiente viene portato a 100°C (coefficiente di dilatazione lineare del vetro = $1.0 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$; coefficiente di dilatazione volumica del mercurio = $1.8 \cdot 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$).

5 Una valvola elettronica a vuoto è sigillata e la sua pressione residua è $p = 1.2 \cdot 10^{-5} \text{ Torr}$ alla temperatura $t = 27^\circ\text{C}$. Sapendo che il suo volume è $V = 100 \text{ cm}^3$, calcolare quante molecole d'aria sono contenute nella valvola. Se la valvola durante il funzionamento raggiunge la temperatura $t_1 = 80^\circ\text{C}$, quante molecole d'aria vi saranno e quale sarà la nuova pressione residua p_1 ?

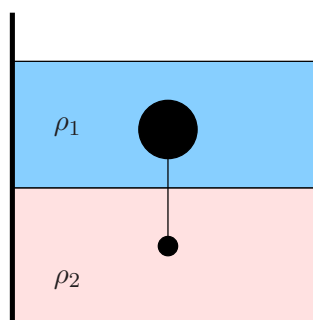
6] Lo spazio compreso tra due strati sferici concentrici, di raggio $r_1 = 5$ cm e $r_2 = 15$ cm, è riempito di carbone di legna. Fornendo energia ad un riscaldatore posto nel centro si stabilisce tra le sfere una differenza di temperatura di 50°C (in condizioni stazionarie). Sapendo che la potenza fornita è di 10.8 W, si determini la conducibilità termica del carbone di legna.

Esercizi aggiuntivi

7] Un orologio a pendolo è costituito da una sottile asta di massa trascurabile e da una sfera di massa M il cui centro è fissato a incastro nell'estremo libero dell'asta. Tale pendolo ha un periodo $T_1 = 2$ s ed è tarato alla temperatura $t_1 = 25^\circ\text{C}$. La staffa del pendolo è di acciaio (coefficiente di dilatazione lineare $\lambda = 1.2 \cdot 10^{-5} \text{C}^{-1}$), mentre la sfera ha un coefficiente di dilatazione cubica trascurabile. Considerando il pendolo come ideale, calcolare di quanto anticipa in una giornata se viene fatto funzionare in un ambiente a temperatura $t_2 = 15^\circ\text{C}$.

8] Un corpo rigido è costituito da due sfere omogenee, la più piccola di raggio r e massa m , la più grande di raggio R e massa M , unite da una sbarra radiale di volume e massa trascurabile rispetto alle due sferette.

Questo corpo è immerso in un recipiente contenente due fluidi ideali omogenei sovrapposti. Il corpo viene posto verticalmente con una sola delle due sfere in ciascuno dei due fluidi ed abbandonata inizialmente in quiete. Si osserva che se nel fluido sottostante c'è la sfera più piccola, il corpo è in equilibrio; se invece c'è quella più grande, il corpo inizia a muoversi verso l'alto con un'accelerazione di modulo pari ad a . Determinare le densità dei due fluidi sapendo che $r = 7$ cm, $m = 2.3$ kg, $R = 11$ cm, $M = 3.8$ kg ed $a = 0.6$ m/s².



9] In un ampio recipiente a pareti verticali riempito d'acqua fino ad un'altezza $H = 1$ m, viene praticato un piccolo foro a distanza $h = 40$ cm dalla superficie libera dell'acqua. A quale distanza dalla parete cade il getto d'acqua? A quale altra altezza si potrebbe praticare il foro in modo che il getto cada alla stessa distanza? Supponendo che il foro abbia una sezione $\sigma = 1$ cm², che sezione ha il getto quando è sceso di y al di sotto del foro di uscita? In particolare, che sezione ha il getto quando giunge a terra? (Trascurare gli attriti e la possibilità di frammentazione del getto.)

10] Archimede riuscì con una semplice idea a scoprire l'inganno operato dall'orefice siracusano nel confezionare la corona di re Gerone. Pesò la corona in aria (trascurando la relativa spinta di Archimede) e determinò un peso $P_1 = 5000$ g_p; quindi la pesò immergendola completamente in acqua, trovando che il nuovo peso era $P_2 = 4700$ g_p. Sapendo che la densità dell'oro è $\rho_{Au} = 19.3$ g/cm³ e quella dell'argento $\rho_{Ag} = 10.5$ g/cm³, determinate la reale composizione della corona in parti percentuali (in volume) di oro e argento.

Risultati

1. a) $\langle v \rangle = 1.66$ m/s; b) $\Delta p = 1.45 \cdot 10^3$ Pa; c) $\eta = 1.4 \cdot 10^{-3}$ Pa s; d) $P = 0.12$ W
2. 6.5 g; 5.77 m/s
3. $Q_1 = 84.35$ kJ; $Q_2 = 4.46$ kJ; $T = 831^\circ\text{C}$
4. 20.26 cm
5. $3.86 \cdot 10^{13}$ molecole; $p_1 = 1.9 \cdot 10^{-3}$ Pa
6. $k = 0.23$ W/m/K
7. 5.2 s
8. $\rho_1 = 851.5$ Kg/m³; $\rho_2 = 941.6$ Kg/m³
9. $x = 0.98$ m; $h = 0.6$ m; $S(y) = \sigma \sqrt{h/(h+y)}$; $S_{\text{terra}} = 0.63$ cm²
10. 70% oro, 30% argento