

## ESERCIZI (versione del 2.12.2020)

1) (5 punti) Un'asta di sezione  $S$ , lunghezza  $L$  e conducibilità termica  $k_1$  è collegata da un lato a una sorgente termica a temperatura  $T_1$  e dall'altra a una seconda asta geometricamente identica ma con conducibilità termica  $k_2$ . L'altra estremità della seconda asta è collegata ad una seconda sorgente a temperatura  $T_2 > T_1$ .

Determinare la temperatura  $T_C$  di equilibrio nel punto di contatto delle due aste.

[la quantità di calore  $dQ/dt$  che nell'unità di tempo (potenza termica) attraversa le due sbarre è la stessa]

2) (4 punti) Con un metro a nastro di acciaio viene misurata a  $10^\circ\text{C}$  la lunghezza  $l_{Al} = 4$  m di una sbarra di alluminio. Si ripete la stessa misura a  $30^\circ\text{C}$ . Quanto vale la nuova lunghezza  $l_{30}$  e quanto indica il metro a nastro  $l_{30}'$ ?

$$\alpha_{Al} = 23 \times 10^{-6}/\text{K} \quad \alpha_{acc} = 12 \times 10^{-6}/\text{K}$$

3) (4 punti) La colonna di liquido di un termometro ha un'altezza  $h_1 = 2$  cm quando il bulbo è alla temperatura del ghiaccio fondente e  $h_2 = 14$  cm quando è in equilibrio con acqua all'ebollizione.

A quale temperatura  $t_x$  l'altezza è  $h_x = 5$  cm?

Il coefficiente di dilatazione del liquido (volumica) è  $3\alpha = 4 \times 10^{-4}/\text{K}$  e il bulbo termometrico ha un volume di  $0,6 \text{ cm}^3$ . Determinare la sezione  $s$  del capillare.

4) (6 punti) In contenitore adiabatico, una massa  $m_{gh} = 2$  g di ghiaccio a temperatura  $t_{gh} = -10^\circ\text{C}$  viene mescolata con una massa  $m_{H_2O}$  di acqua a  $t_{H_2O} = 20^\circ\text{C}$ . Raggiunto l'equilibrio termico si ha solo liquido a  $t_f = 5^\circ\text{C}$ . Determinare  $m_{H_2O}$ .

5) (8 punti) In un contenitore adiabatico vengono introdotti una massa  $m_{gh} = 50$  g di ghiaccio a  $0^\circ\text{C}$  e  $m_{vap} = 10$  g di vapore acqueo a  $100^\circ\text{C}$ . Calcolare la temperatura  $t_f$  all'equilibrio termico.

6) (5 punti) Con un apparato simile a quello utilizzato da Joule si vuole determinare l'innalzamento di temperatura di una massa  $m_{H_2O} = 100$  g d'acqua chiusa in un calorimetro in cui un mulinello trasforma in calore l'energia totalmente dissipata per attrito viscoso da due masse  $m = 2$  kg che scendono, partendo da ferme, per  $h = 2$  m.

7) (7 punti) Un frigorifero viene utilizzato per congelare acqua liquida a  $0^\circ\text{C}$  scambiando calore con l'ambiente a  $40^\circ\text{C}$ . Assumendo che il frigorifero sia una macchina termica reversibile calcolare quanta energia occorre per congelare 100 litri d'acqua.

8) (7 punti) Una mole di gas perfetto monoatomico alla temperatura  $T_1 = 600$  K compie un'espansione adiabatica che ne aumenta il volume da  $V_1 = 1 \text{ m}^3$  a  $V_2 = 2 \text{ m}^3$ . Calcolare la temperatura finale del gas e il lavoro compiuto nell'espansione.

9) (8 punti) Una macchina termica utilizza una mole di gas perfetto biatomico e compie il ciclo  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$  dove la trasformazione  $A \rightarrow B$  è isoterma, la trasformazione  $B \rightarrow C$  è isobara e la trasformazione  $C \rightarrow A$  è adiabatica. Sapendo che  $p_A = 200$  kPa,  $p_B = 100$  kPa e  $V_A = 20 \times 10^{-3} \text{ m}^3$  ricavare, dopo aver disegnato la trasformazione:

- i valori di pressione, volume e temperatura in A, B, C
- il rendimento della macchina termica.

10) (7 punti) Calcolare il rendimento di una macchina termica operante con un ciclo di Carnot mediante un gas perfetto monoatomico che durante la compressione adiabatica dimezza il suo volume (disegnare la trasformazione e porre agli estremi dell'adiabatica  $V_2 = 2 V_1$ )

Calore latente di fusione del ghiaccio  $\lambda_f = 333 \text{ kJ/kg}$

Calore specifico del ghiaccio  $c_{gh} = 2 \text{ kJ/kgK}$

Calore latente di evaporazione dell'acqua  $\lambda_v = 2272 \text{ kJ/kg}$

Calore specifico dell'acqua  $c_{H_2O} = 4,186 \text{ kJ/(kg } ^\circ\text{C)}$

#### SOLUZIONI NUMERICHE

A seconda degli arrotondamenti effettuati i risultati numerici possono essere leggermente diversi:

1)  $T_C = (k_1 T_1 + k_2 T_2) / (k_1 + k_2)$

2)  $l_{30} = 4,00184 \text{ m}; \quad l_{30'} = 4,00088 \text{ m}$

3)  $t_x = 25^\circ\text{C} \quad s = 0,2 \text{ mm}^2$

4)  $m_{H_2O} = 11,2 \text{ g}$

5)  $t_f = 40,8^\circ\text{C}$

6)  $\Delta T = 0,19^\circ\text{C}$

7)  $L = 4,88 \text{ MJ}$

8)  $T_f = 378,15 \text{ K} \quad L = 2765 \text{ J}$

9) A: (200 kPa;  $20 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ ; 481,3 K)  
B: (100 kPa;  $40 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ ; 481,3 K)  
C: (100 kPa;  $32,8 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ ; 394,7 K)  
 $\eta = 9,1 \%$

10)  $\eta = 37 \%$