

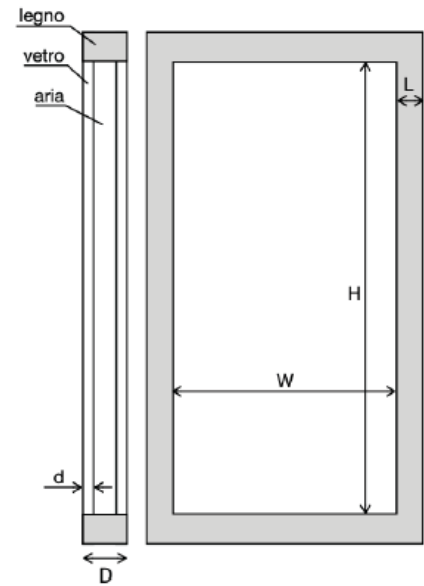
## Esercizio 1

Una finestra è composta da un doppio vetro con una cornice di legno come illustrato in figura. Dati i parametri geometrici:  $W = 80 \text{ cm}$ ;  $H = 160 \text{ cm}$ ;  $L = 10 \text{ cm}$ ;  $D = 2 \text{ cm}$ ;  $d = 3 \text{ mm}$  e le conducibilità termiche:  $k_v = 0.92 \text{ W/m/K}$  (vetro);  $k_a = 0.025 \text{ W/m/K}$  (aria);  $k_l = 0.15 \text{ W/m/K}$  (legno)

1) Determinare la potenza termica che attraversa la cornice di legno della finestra quando questa separa una stanza alla temperatura di  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  da un ambiente esterno alla temperatura di  $5 \text{ }^\circ\text{C}$ . Si assumano per i coefficienti di convezione (conduttanze) della superficie interna ed esterna i valori:  $h_i = 8 \text{ W/m}^2/\text{K}$ ,  $h_o = 30 \text{ W/m}^2/\text{K}$ .

2) Nelle stesse condizioni del punto precedente si determini la potenza termica che attraversa la parte centrale (vetro-aria-vetro) della finestra.

3) Si calcoli infine il lavoro necessario per mantenere l'ambiente interno a temperatura costante per un'ora utilizzando una pompa di calore con  $\text{COP} = 2$ .



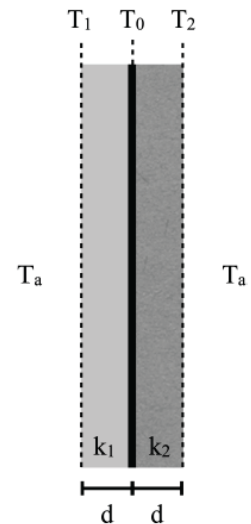
*Si trascurino gli scambi termici per irraggiamento e gli effetti al bordo tra cornice e vetro.*

## Esercizio 2

Un foglio riscaldante di spessore trascurabile è inserito tra una lastra di acciaio e una di cemento, entrambe di spessore  $d = 30 \text{ mm}$ . La densità di potenza prodotta dal riscaldatore è pari a  $I = 2.0 \text{ kW/m}^2$ . Il sistema così composto è immerso nell'ambiente alla temperatura di  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  verso cui disperde calore per convezione con il coefficiente  $h = 20 \text{ W/m}^2/\text{K}$ . Assumendo che i flussi di calore siano puramente unidimensionali e che il sistema si trovi nello stato stazionario, si determini:

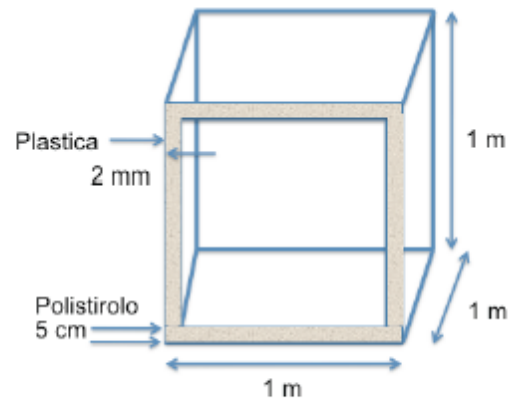
- la temperatura del riscaldatore  $T_0$ ,
- le temperature delle due facce esterne  $T_1$  e  $T_2$ ,
- le temperature  $T_0'$ ,  $T_1'$  e  $T_2'$  quando la lastra di cemento viene sostituita da una lastra di aerogel con lo stesso spessore,
- lo spessore della lastra di cemento per cui la faccia esterna dell'acciaio si trova alla stessa temperatura  $T_1'$  calcolata al punto c)

( $k_1 = 15 \text{ W/mK}$  (acciaio),  $k_2 = 1.7 \text{ W/mK}$  (cemento),  $k_a = 0.025 \text{ W/mK}$  (aerogel))



### Esercizio 3

Un frigorifero di forma cubica con lato esterno  $L = 1$  m si trova in un'ambiente alla temperatura di  $30^{\circ}\text{C}$ . Il frigorifero poggia su una superficie perfettamente isolante. Le pareti del frigorifero sono costituite da polistirolo (di spessore 5 cm) tenuto da due lastre di materiale plastico (interno ed esterno), ciascuna di spessore 2 mm.



Il frigorifero contiene 5 kg di ghiaccio mantenuto alla temperatura fissa di  $-10^{\circ}\text{C}$ . Considerando lo stato stazionario e conoscendo le conducibilità termiche del polistirolo  $k_p = 0.035$  W/m K, del materiale plastico  $k_s = 0.35$  W/m K, dell'aria  $k_a = 0.025$  W/m K e il coefficiente di convezione sulle pareti esterne  $h = 30$  W/m<sup>2</sup>K, si determinino:

1. il calore che deve essere assorbito per unità di tempo dal frigorifero per mantenere la sua temperatura interna costante;
2. il calore assorbito per unità di tempo quando il polistirolo viene sostituito con aria;
3. il calore ceduto al frigorifero dall'ambiente quando il motore viene spento e il ghiaccio si riscalda fino ad arrivare alla temperatura di fusione;
4. a partire da questo ultimo istante, il tempo necessario per fondere tutto il ghiaccio (pareti di polistirolo).

(calore specifico del ghiaccio =  $0.53$  cal/g $^{\circ}\text{C}$ ; calore latente di fusione =  $79.7$  cal/g).