

Trasmissione del calore **(Un frigorifero per un pic-nic)**

Un box di legno a forma di parallelepipedo rettangolo di dimensioni 40cm x 30cm x 30cm, le cui pareti sono spesse 2cm, è utilizzata per conservare alimenti durante una gita fuori le mura in una calda giornata primaverile durante la quale si prevede una temperatura di circa 27°C all'aria aperta per molte ore della giornata. Per mantenere freschi gli alimenti si inserisce nel box una busta con 600g di ghiaccio alla temperatura di 0°C allorché l'interno del box è alla stessa temperatura.

Quesiti

- c) Calcolare l'area della superficie totale del box.
- d) Assumendo come valore per l'area della superficie interessata al passaggio di calore dall'esterno all'interno del box quello trovato nel precedente punto, determinare per quanto tempo all'interno del box la temperatura si manterrà a 0°C, giustificando la risposta.

Dati Coefficiente di conducibilità del legno: $K = 0,08 \frac{W}{m \cdot ^\circ C}$,

Calore latente di fusione del ghiaccio: $L_f = 332,4 \cdot 10^3 \frac{J}{Kg}$

Soluzione

- a) Indicando con a, b, c le misure delle dimensioni del box, l'area della superficie totale è $S = 2(ab + ac + bc) = 2(40 \cdot 30 + 40 \cdot 30 + 30 \cdot 30) cm^2 = 0,66 m^2$

La presenza del ghiaccio alla temperatura di 0°C in un ambiente alla stessa temperatura permette la conservazione di detta temperatura finché il ghiaccio non si scioglie del tutto. Evidentemente il ghiaccio si scioglierà man mano che nel box fluirà il calore dall'esterno e la completa fusione del ghiaccio si avrà allorché nel box sarà entrata la quantità di calore pari al calore latente di fusione di 600g di ghiaccio.

Calore latente di fusione del ghiaccio

$$Q = L_f \cdot massa_{ghiaccio} = 332,4 \cdot 10^3 \frac{J}{Kg} \cdot 0,600 Kg = 199.440 J$$

Dalla legge di Fourier sulla conduzione del calore, indicando con d lo spessore delle pareti del box, con ΔT la differenza di temperatura tra ambiente esterno ed ambiente interno, la quantità di calore che entra nel box nell'intervallo di tempo Δt è

$$Q = K \cdot \frac{S \cdot \Delta T \cdot \Delta t}{d}$$

quindi, $\Delta t = \frac{Q \cdot d}{K \cdot S \cdot \Delta T}$, dove $Q = 199.440 J$

Sostituendo alle grandezze i rispettivi valori si ottiene

$$\Delta t = \frac{199.440 J \cdot 2 \cdot 10^{-2} m}{0,08 \frac{W}{m \cdot ^\circ C} \cdot 0,66 m^2 \cdot 27^\circ C} = 2800 s = 46 \text{min } 40 s$$

Commento

Se la scampagnata deve durare alcune ore il ghiaccio inserito è insufficiente. Infatti, dopo 46min 40s il ghiaccio è tutto fuso e la temperatura nel box salirà con probabile deterioramento degli alimenti.