

## 1 Granuli di ghiaccio

Un fenomeno meteorologico interessante può verificarsi quando il profilo della temperatura nell'atmosfera mostra un'inversione. La linea blu continua in figura 1 mostra tale profilo di temperatura. L'inversione avviene ad altezze tra 1 km e 2 km.

In queste condizioni la neve cadendo nell'atmosfera si scioglie (parzialmente) quando attraversa lo strato più caldo e si congela (parzialmente) di nuovo prima di raggiungere il suolo sotto forma di "granuli di ghiaccio".

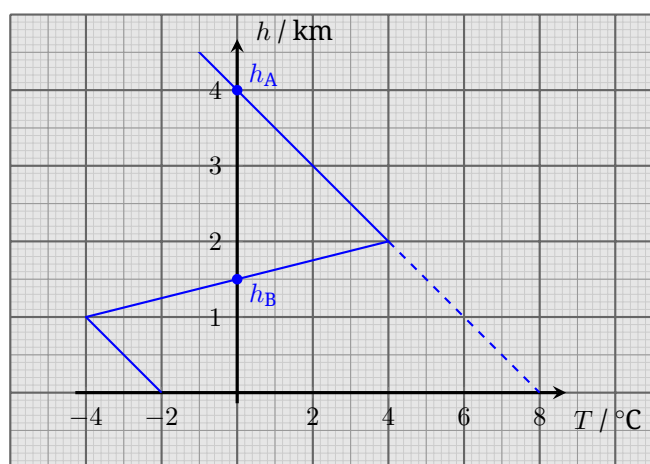


Figure 1: Temperatura atmosferica  $T$  in funzione dell'altezza  $h$  dal suolo.

Supponiamo che una piccola goccia sferica di ghiaccio si sciogla quasi completamente mentre cade attraverso lo strato atmosferico tra  $h_A$  e  $h_B$  in cui la temperatura è sopra il punto di congelamento.

- Determina la frazione di massa della goccia che si congela prima di raggiungere il suolo.
- Trova, nel modo più preciso possibile, la temperatura della goccia al livello del suolo se non ci fosse l'inversione e se il profilo della temperatura seguisse la linea tratteggiata rappresentata in figura sotto la quota di 2 km.

Si possono trascurare l'evaporazione, la condensazione e le variazioni di dimensioni della goccia. Si suppone inoltre che l'acqua e il ghiaccio abbiano una conducibilità termica molto grande e che la densità dell'atmosfera sia costante con l'altezza.

Utilizza  $c_{\text{acqua}} = 4.2 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$  per il calore specifico dell'acqua e  $c_{\text{ghiaccio}} = 2.1 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$  per quello del ghiaccio. Il calore latente di fusione del ghiaccio è  $L = 334 \text{ kJ kg}^{-1}$ .

## 2 Moto di una sfera carica

Una sfera solida, omogenea, di massa  $m$  e raggio  $R$ , di materiale isolante, ha una carica  $Q$  distribuita uniformemente in tutto il suo volume. La sfera viene posta su una grande superficie orizzontale e viene messa in rotazione senza scivolare in modo tale che il suo centro inizia a muoversi con velocità orizzontale  $v_0$ . C'è un campo magnetico uniforme di intensità  $B$  perpendicolare alla superficie. Il coefficiente di attrito statico è grande abbastanza da impedire alla sfera di scivolare sulla superficie. Il momento di inerzia della sfera rispetto ad un asse passante per il suo centro è  $2mR^2/5$ .

Descrivi il moto del centro della sfera e la forma della sua traiettoria.

Suggerimento: A seconda del tuo modo di affrontare il problema può servirti la seguente identità:

$$\vec{a} \times (\vec{b} \times \vec{c}) = \vec{b}(\vec{a} \cdot \vec{c}) - \vec{c}(\vec{a} \cdot \vec{b})$$

valida per qualunque vettore  $\vec{a}$ ,  $\vec{b}$  e  $\vec{c}$ .

## 3 Una manichetta d'acqua

Un getto d'acqua esce dall'ugello di una manichetta con una velocità costante  $v$ . Un bambino gioca con il tubo inclinandolo a caso in un piano verticale x-y fisso. L'ugello è mantenuto nella posizione  $x = y = 0 \text{ m}$ , e l'angolo tra l'asse dell'ugello e il piano orizzontale non è mai inferiore a  $45^\circ$ . Ad ogni istante, il getto d'acqua nell'aria ha una forma irregolare. La forma in un certo istante è mostrata in figura 2.

Usando questa figura, determina la velocità d'uscita  $v$  dell'acqua se l'accelerazione di gravità vale  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ .

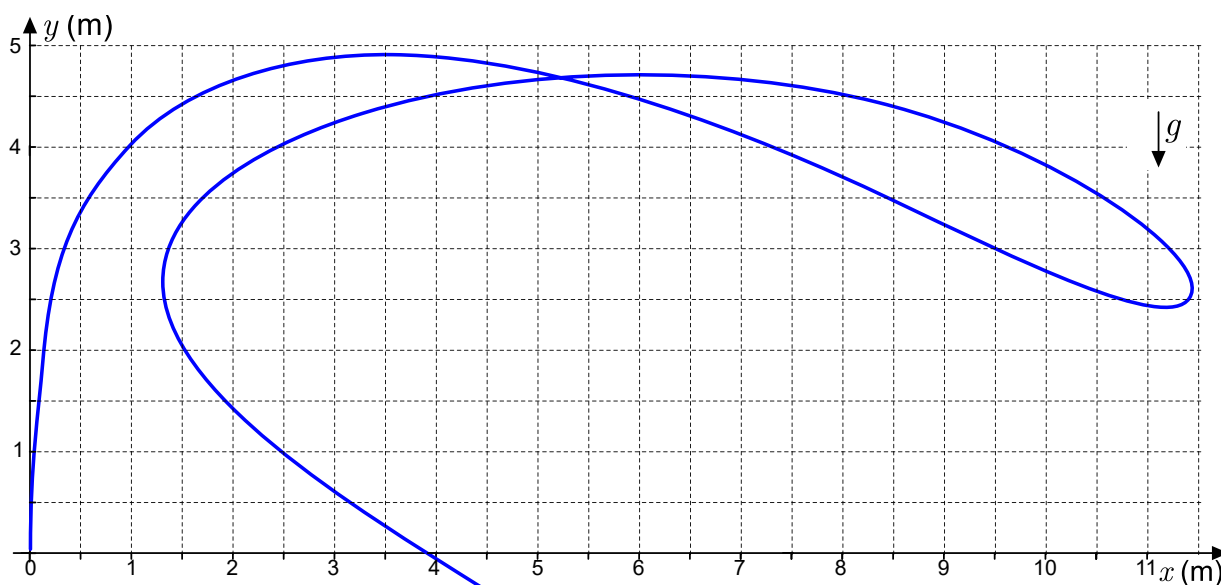


Figure 2: Forma del getto d'acqua in un dato istante di tempo (una versione più grande del grafico è fornita in un foglio a parte).