

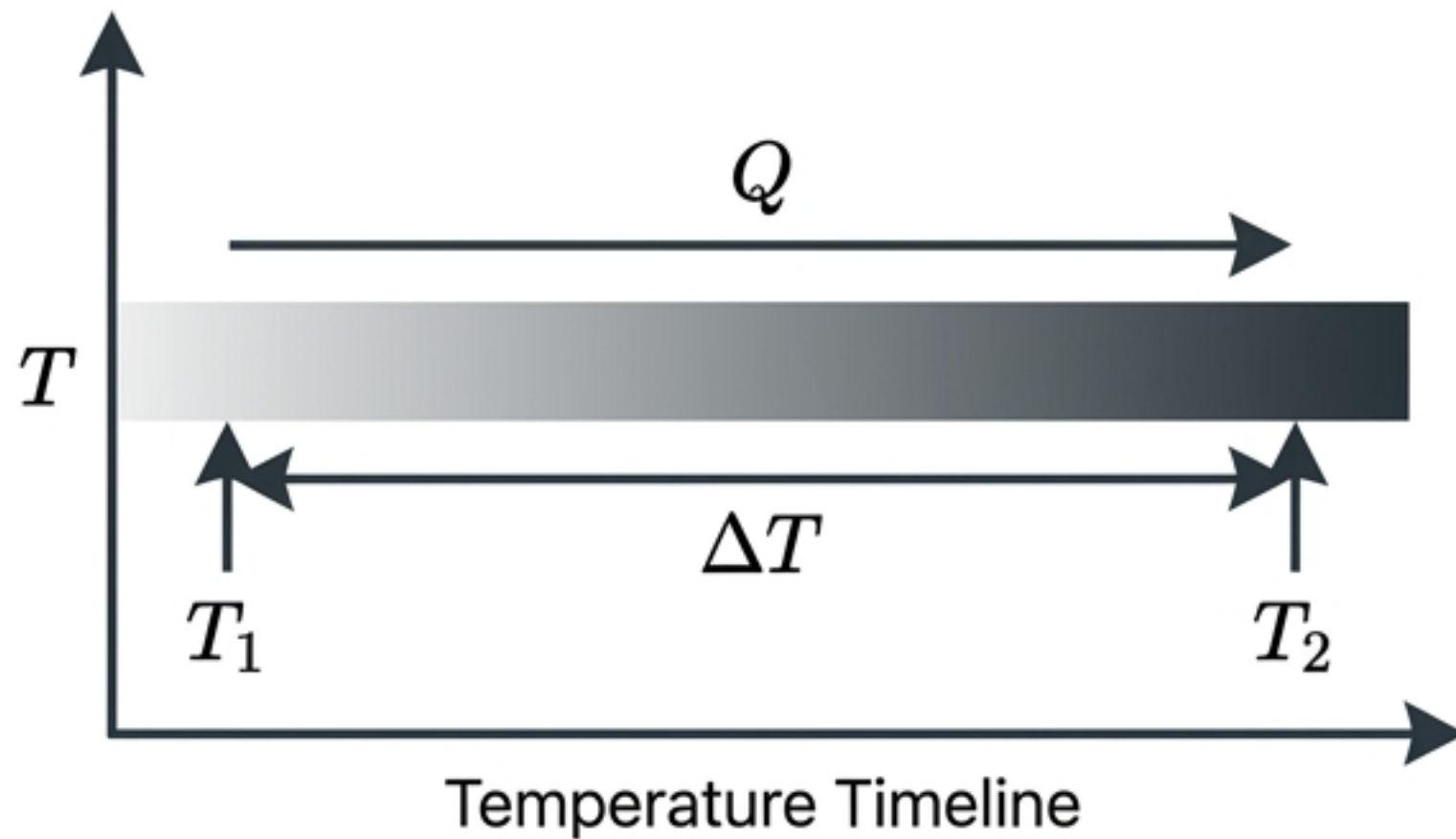
# Calorimetria e Calore Latente

Esercizi Svolti e Modelli Matematici



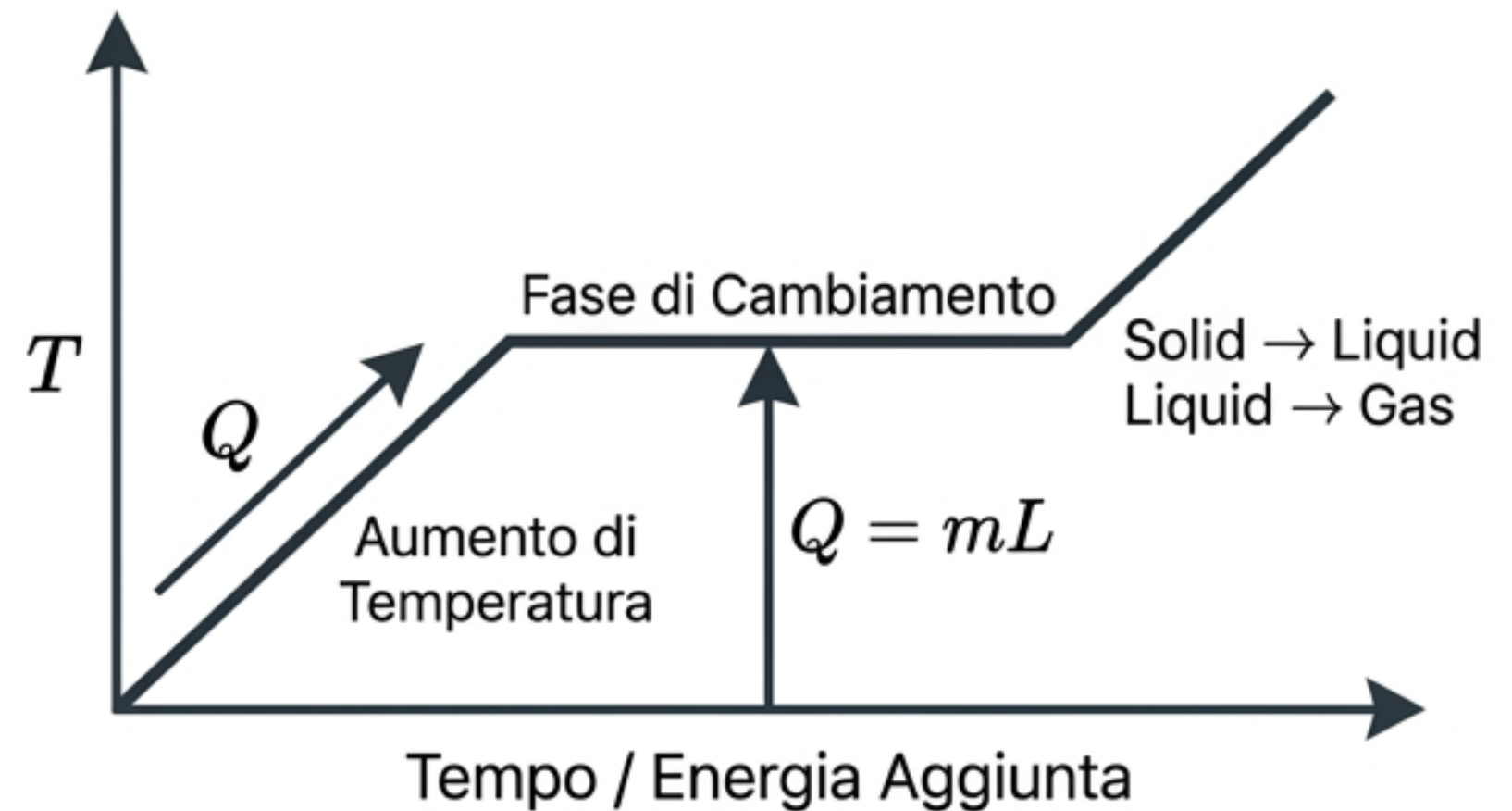
## Calore Sensibile (Variazione di Temperatura)

$$Q = mc\Delta T$$



## Calore Latente (Cambiamento di Fase)

$$Q = mL$$



# Esercizio 1: L'Equilibrio Termico (Piombo in Acqua)

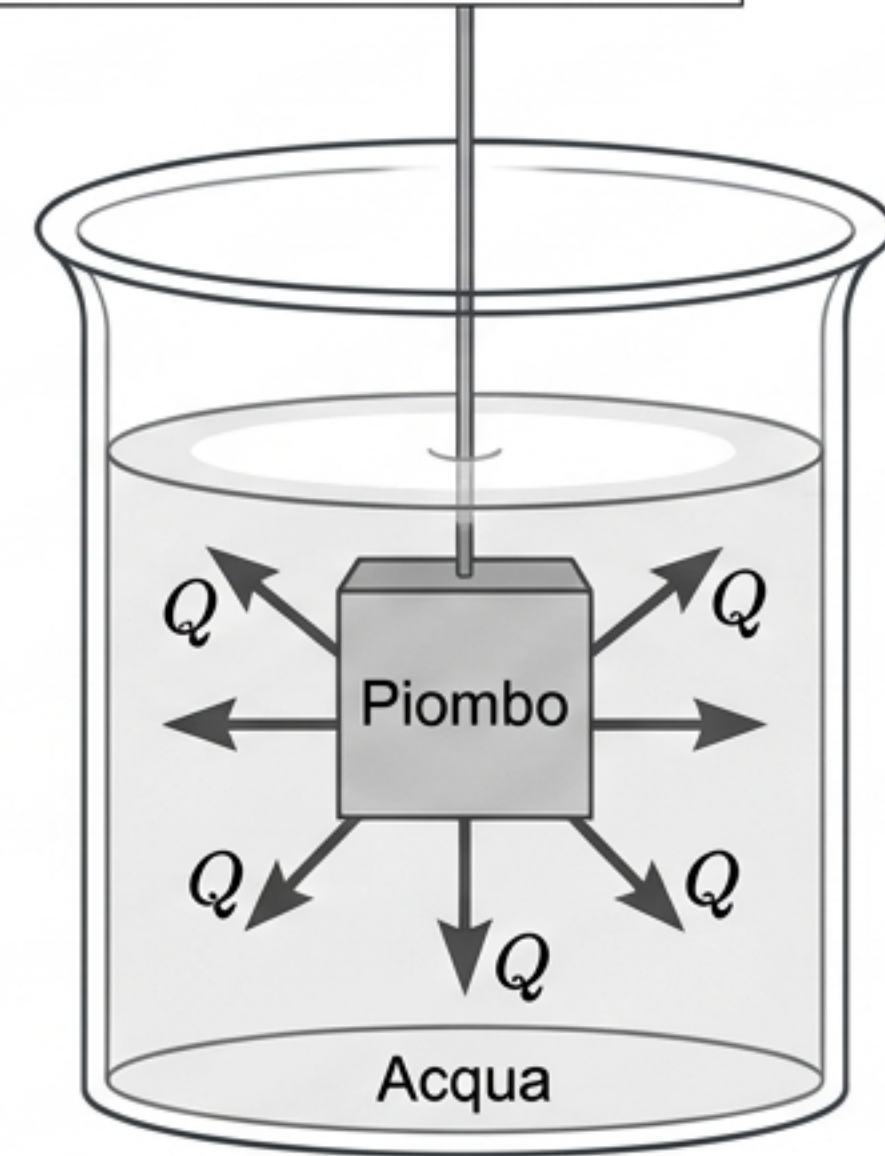
Un calorimetro di massa 120 g contiene 500 g di acqua alla temperatura di 20°C. Un pezzo di piombo di massa 120 g alla temperatura di 90°C viene immerso nell'acqua. Calcola la temperatura di equilibrio, trascurando la capacità termica del calorimetro.

Dati:

- Massa Piombo ( $m_1$ ): 0.120 kg
- Temp. Iniziale Piombo ( $T_1$ ): 90°C (363 K)
- Calore Specifico Piombo ( $c_1$ ): 128 J/(kg K)
- Massa Acqua ( $m_2$ ): 0.50 kg
- Temp. Iniziale Acqua ( $T_2$ ): 20°C (293 K)
- Calore Specifico Acqua ( $c_2$ ): 4186 J/(kg K)

Incognite:

- Temperatura di equilibrio ( $T_E$ )



## I Passaggi Matematici

Assumi che gli unici scambi di calore avvengano fra l'acqua ed il piombo. Calcola la temperatura di equilibrio.

$$\begin{aligned} T_E &= \frac{c_1 m_1 T_1 + c_2 m_2 T_2}{c_1 m_1 + c_2 m_2} \\ &= \frac{128 \times 0.120 \times 363 + 4186 \times 0.50 \times 293}{128 \times 0.120 + 4186 \times 0.50} \end{aligned}$$

$$\mathbf{293.85 \text{ K} \cong 21^\circ\text{C}}$$

## Esercizio 2: Il Lavoro di Vaporizzazione (Pag 381 N° 7) - Caso A

- **Dati base:** 2.00 kg di vapore d'acqua a 100°C da produrre ( $P = 1 \text{ atm}$ ).
- $L_v = 2.26 \times 10^6 \text{ J/kg}$ .
- **Caso A:** Partenza da 2.00 kg d'acqua a 100°C.

Nel primo caso l'acqua è già a 100°, pertanto il calore è semplicemente il **prodotto del prodotto del lavoro di vaporizzazione per la massa**.

### Passaggi Matematici

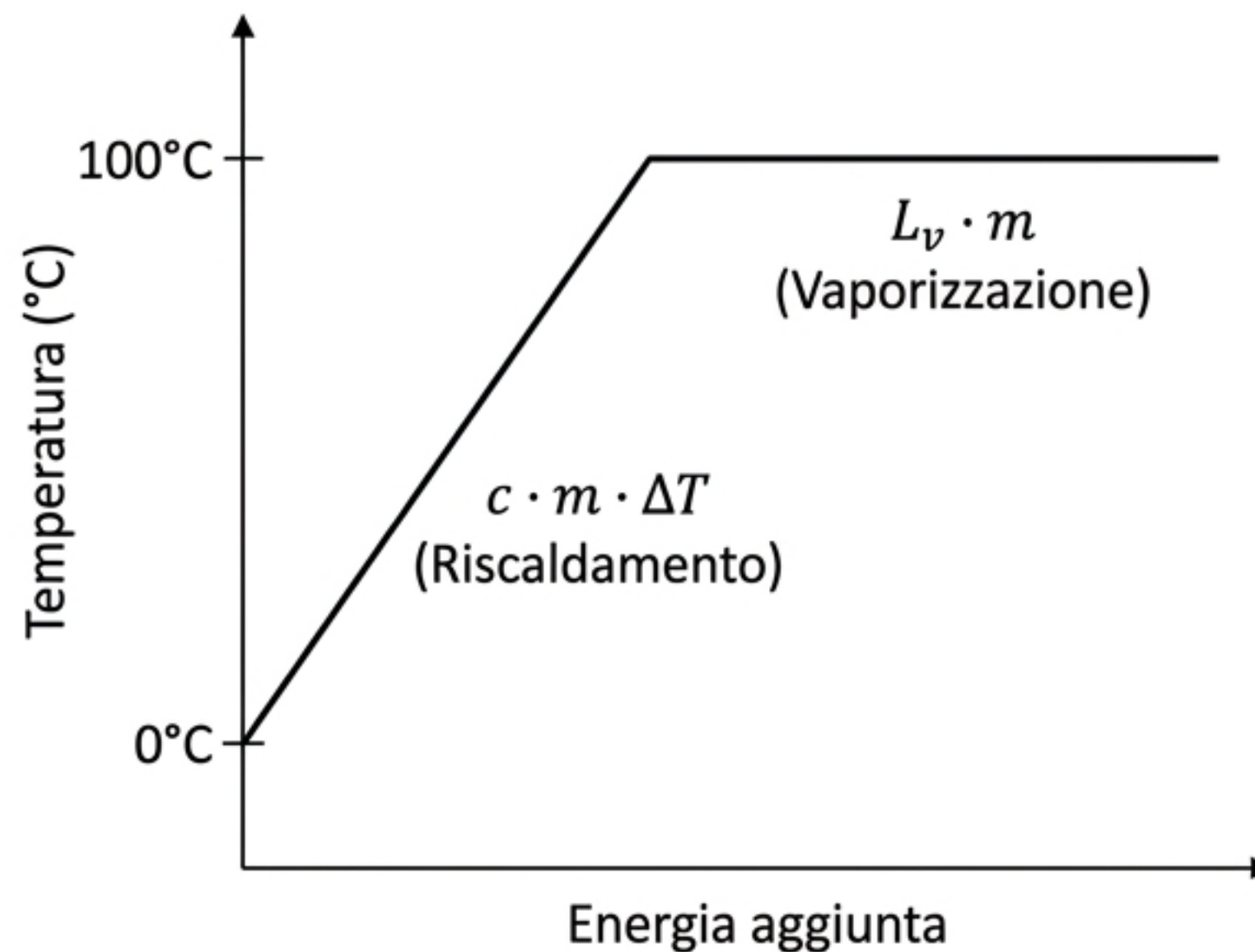
$$\begin{aligned} Q_a &= L_v \cdot m \\ &= 2.26 \times 10^6 \text{ J/kg} \cdot 2 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\boxed{4.52 \times 10^6 \text{ J}}$$

## Esercizio 2 - Caso B: Il Doppio Contributo

“Nel secondo caso, invece, il lavoro è dato dalla somma di due contributi:

- 1) Bisogna fornire energia per portare l'acqua a 100°
- 2) Bisogna mandare in fase vapore l'acqua, già portata al punto di vaporizzazione”



## Esercizio 2 - Risoluzione Caso B

$L_{TOT}$  = Calore Sensibile +  
Calore Latente

$$\begin{aligned} L_{TOT} &= c_{H_2O} \cdot m \cdot \Delta T + L_v \cdot m \\ &= 4186 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \cdot 2.00 \text{ kg} \cdot 100 \text{ K} \\ &\quad + 2.26 \times 10^6 \text{ J/kg} \cdot 2 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\boxed{5.36 \times 10^6 \text{ J}}$$

# Confronto Risultati: L'Impatto della Temperatura Iniziale

## Caso A

- Partenza: Acqua a 100°C
- Fasi: Solo Vaporizzazione

$$L = 4.52 \times 10^6 \text{ J}$$

## Caso B

- Partenza: Acqua a 0°C
- Fasi: Riscaldamento + Vaporizzazione

$$L = 5.36 \times 10^6 \text{ J}$$


$$\Delta E = 8.4 \times 10^5 \text{ J}$$

(Energia spesa esclusivamente per il riscaldamento del liquido)

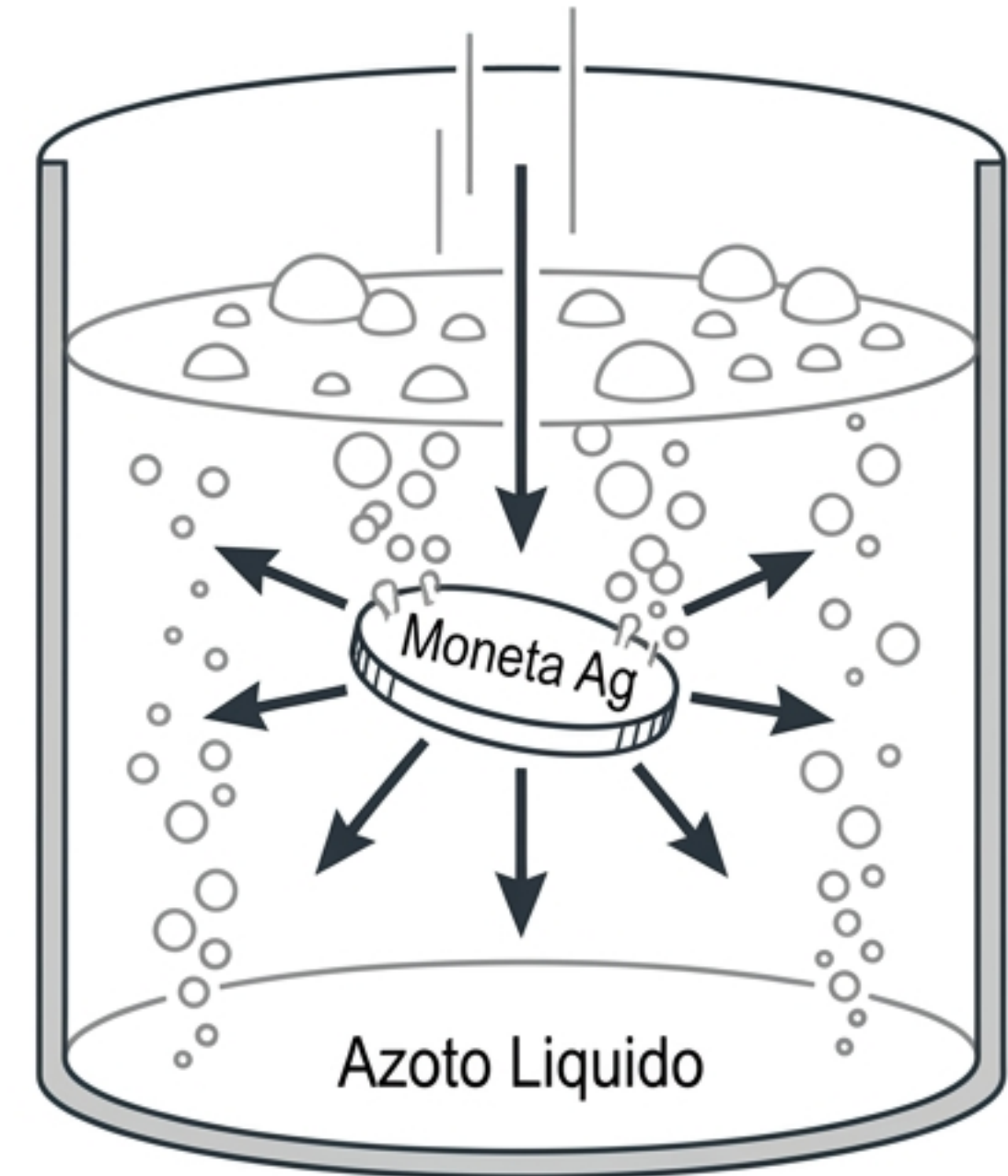
### Esercizio 3: Scambio Termico e Fase (Pag 381 N° 13)

Dati:

- $T$  ebollizione Azoto:  $-195.8^{\circ}\text{C}$
- Massa Moneta (Ag):  $15\text{g}$  ( $0.015\text{kg}$ )
- Temp. Iniziale Moneta:  $25^{\circ}\text{C}$
- Calore Specifico Ag ( $c_{Ag}$ ):  $235\text{ J}/(\text{kg K})$
- Calore Latente Vap. Azoto ( $L_v$ ):  
 $\simeq 199\text{ kJ/kg} = 1.99 \times 10^5\text{ J/kg}$

Incognite:

- Massa di azoto evaporata (kg)



# Esercizio 3 - Fase 1: Calore Ceduto dalla Moneta

La monetina di 15g cederà una quantità di energia sotto forma di calore pari a...

$$Q = c_{Ag} \cdot m_{Ag} \cdot \Delta T$$
$$= 235 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \cdot 0.015 \text{ kg} \cdot (-195.8^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C})$$

$$\simeq 778 \text{ J}$$

## Esercizio 3 - Fase 2: La Quantità Evaporata

“Dividendo il calore dalla monetina per il calore latente di vaporizzazione dell’azoto si ha:”

- $Q$ : calore ceduto dalla monetina [J]
- $L_v$ : lavoro latente di vaporizzazione dell’azoto [J/kg]

$$\begin{aligned}\text{quantità evaporata} &= \frac{Q}{L_v} \\ &= \frac{778 \text{ J}}{1.99 \times 10^5 \text{ J/kg}}\end{aligned}$$

$$\simeq 3.9 \times 10^{-3} \text{ kg} \simeq 3.9 \text{ g}$$

# Riepilogo dei Risultati: Modelli Termodinamici

| Scenario                                                                    | Principio Fisico                            | Risultato                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Piombo in Acqua                                                             | Equilibrio Termico<br>(Calore Sensibile)    | $T_E = 293.85 \text{ K} \simeq 21^\circ\text{C}$ |
| Vaporizzazione Acqua<br>( $0^\circ\text{C} \rightarrow 100^\circ\text{C}$ ) | Calore Sensibile +<br>Calore Latente        | $L = 5.36 \times 10^6 \text{ J}$                 |
| Moneta in Azoto Liquido                                                     | Scambio incrociato e<br>Cambiamento di Fase | $m = 3.9 \text{ g}$                              |