

Introduzione alla fisica

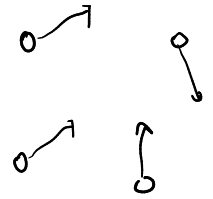

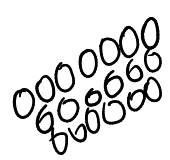
261SM

Fasi

Prof. Pierre Thibault
pthibault@units.it



Le fasi della materia

		distanza tra molecole	moto / posizione
Gas		\gg dimensione delle molecole	casuale
liquido		\approx dimensione delle molecole	casuale
solido			ordine

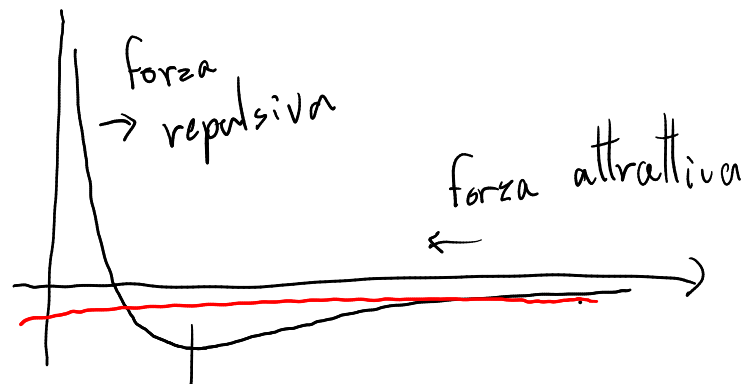


Diagramma PV

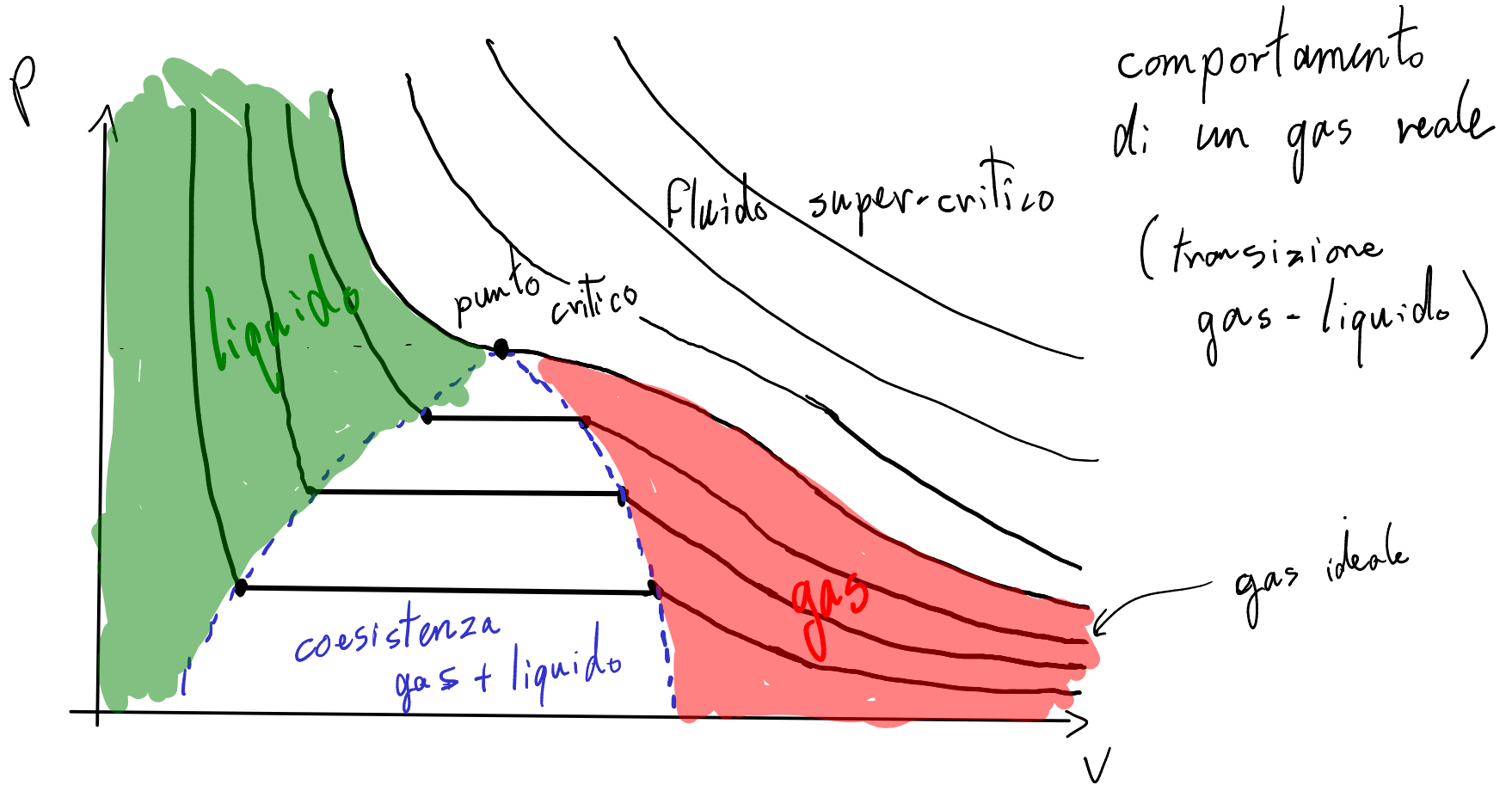


Diagramma di fase (PT)

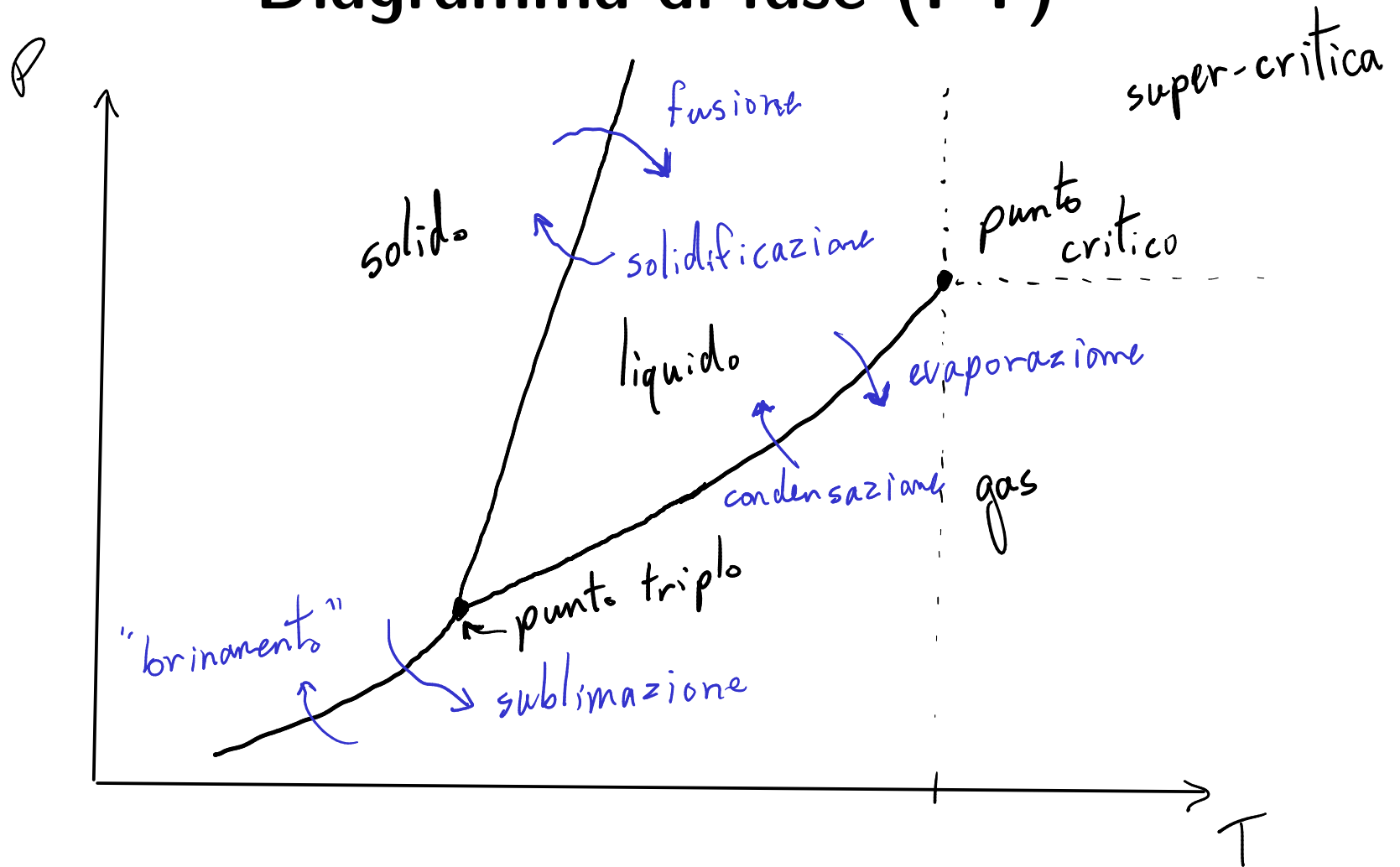
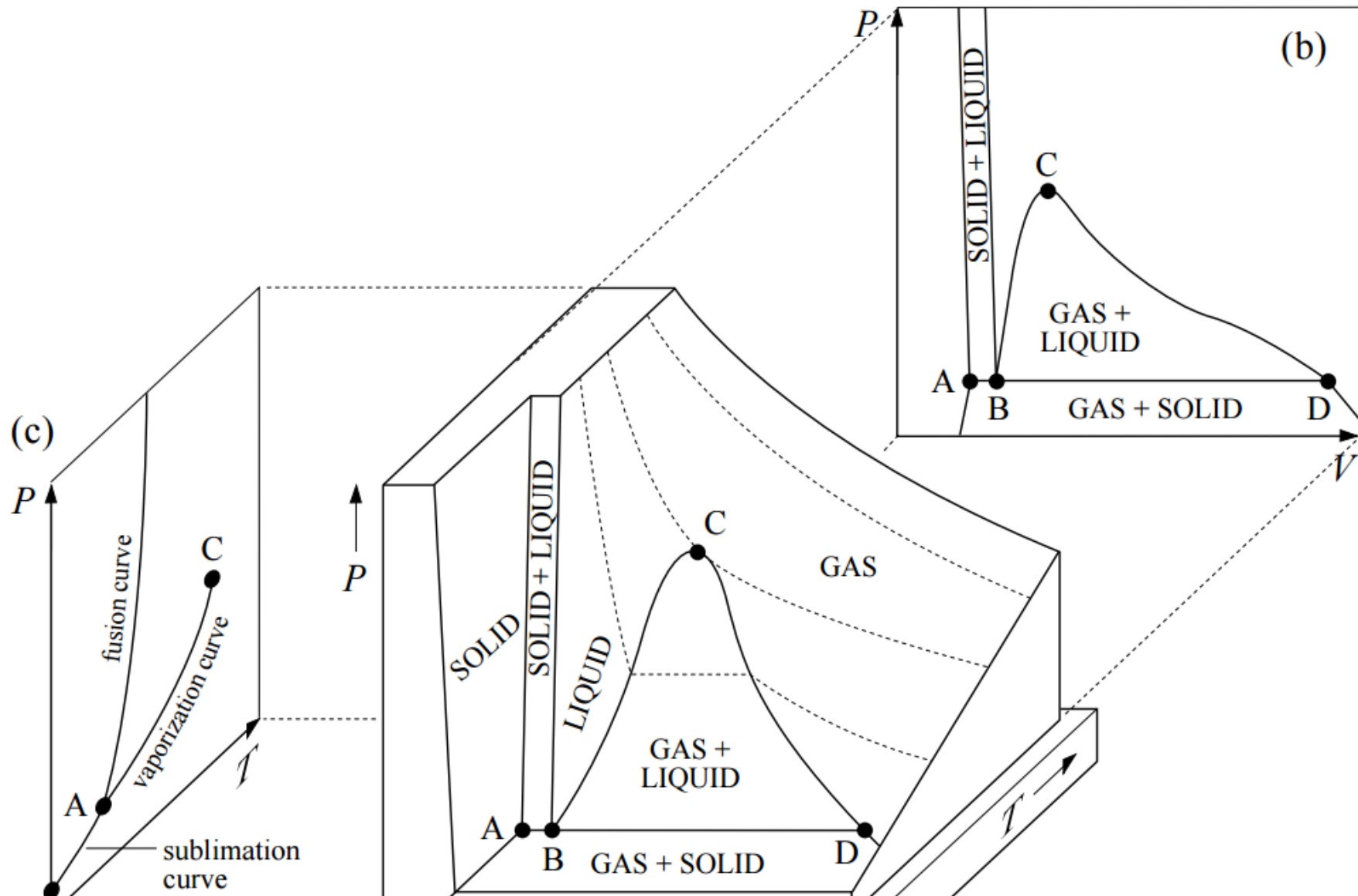
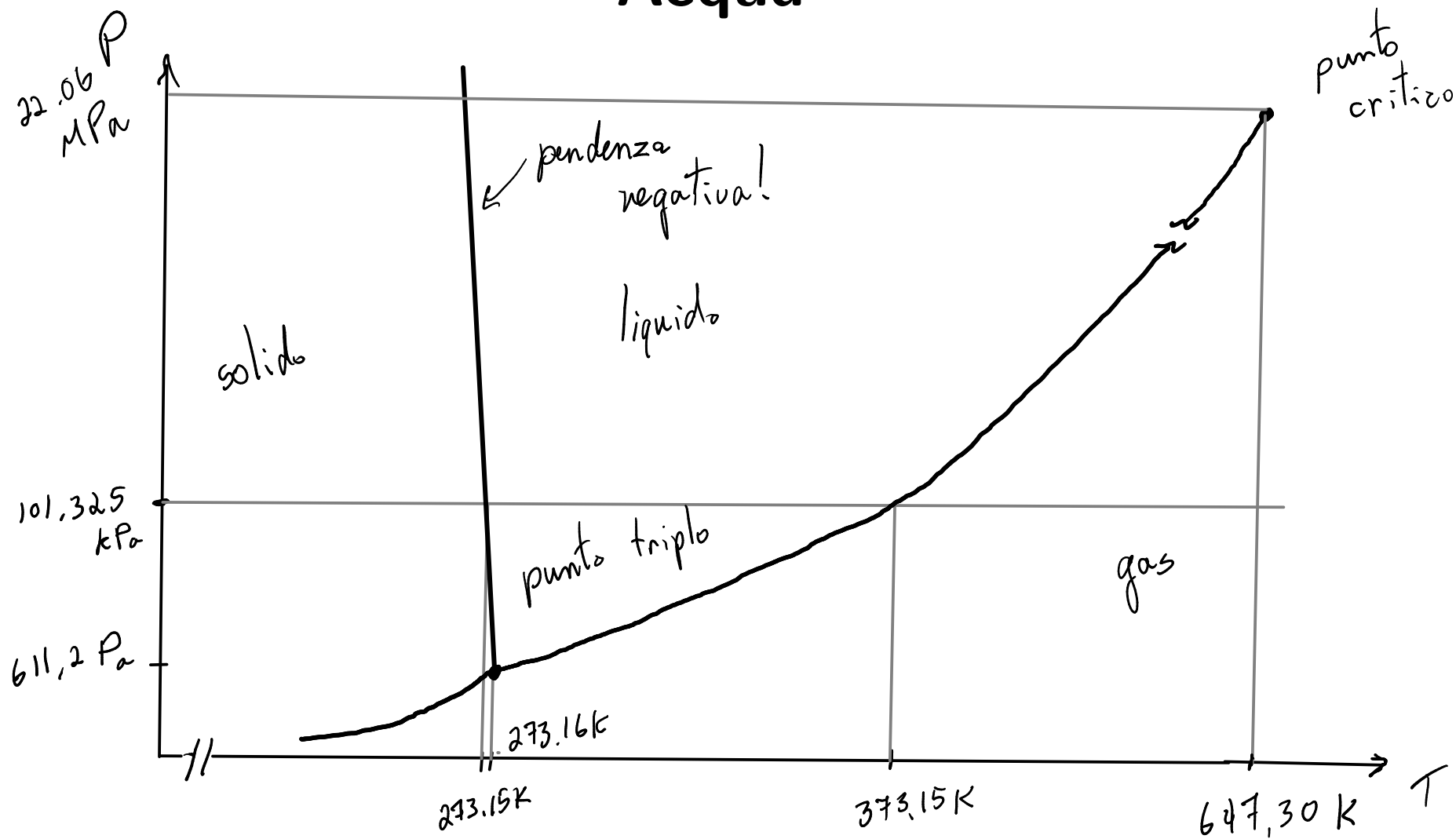


Diagramma PVT



Acqua



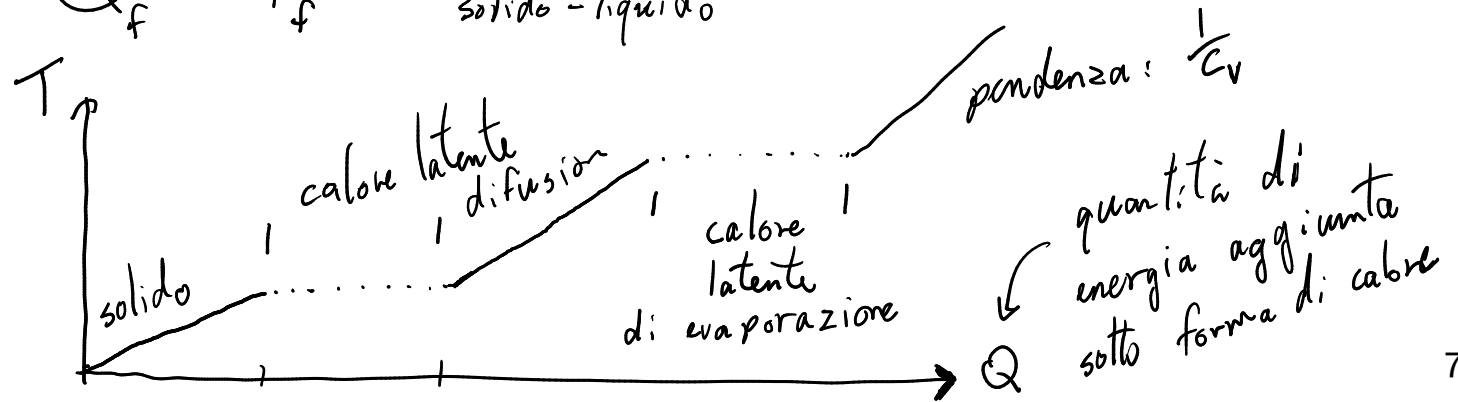
Calore latente

$$S_{\text{solido}} < S_{\text{liquido}} < S_{\text{gas}}$$

← ordine
→ volume

Salto di entropia alla transizione di fasi $dQ = T dS$

calore necessario per completare la transizione $\rightarrow Q_f = T_f \Delta S_{\text{solido-liquido}}$

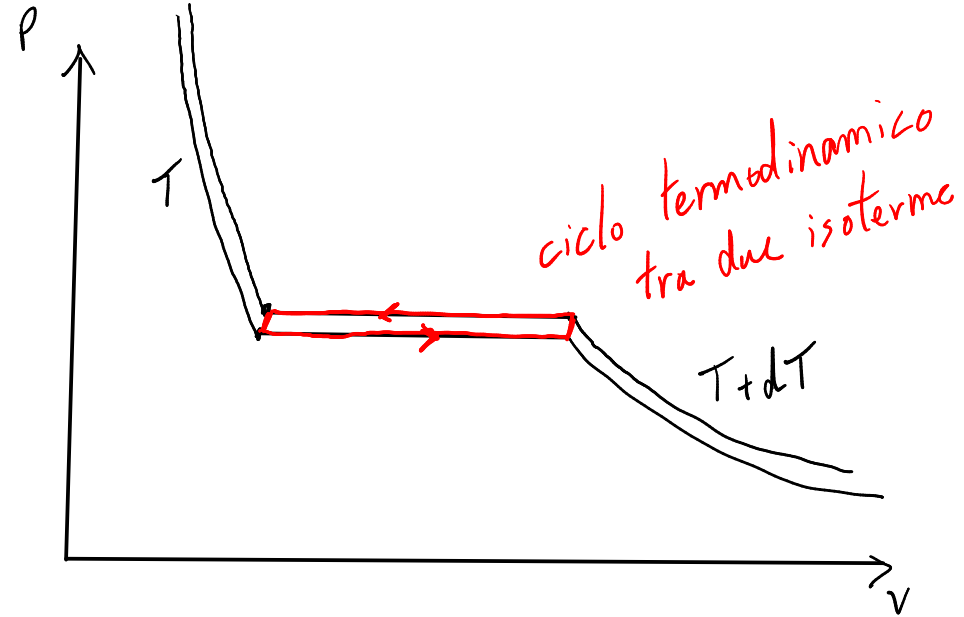
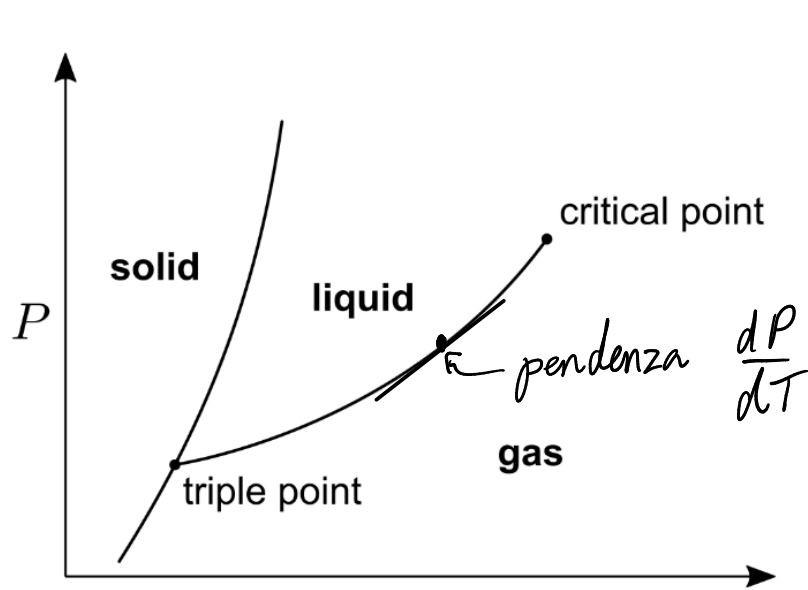


Calore latente

Calore latente specifico: $L = T_f \frac{\Delta S}{n} = \frac{Q_f}{n}$

Acqua: $L_f = 6 \text{ kJ/mol}$
 $L_c = 40,4 \text{ kJ/mol}$ } pressione atmosferica

Legge di Clausius-Clapeyron



$$dU = TdS - PdV$$

$$0 = \oint dU = \oint TdS - \oint PdV$$

$$= T\Delta S - (T+dT)\Delta S - P\Delta V + (P+dP)\Delta V$$

$$= -dT\Delta S + dP\Delta V$$

$$\boxed{\frac{dP}{dT} = \frac{\Delta S}{\Delta V}}$$

legge di Clausius-Clapeyron

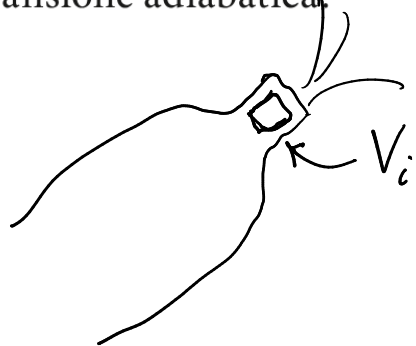
Esercizio: capacità termica

25. • BIO Un dietologo esorta le persone a stare a dieta bevendo acqua ghiacciata. La sua teoria è che il corpo deve bruciare grasso a sufficienza per aumentare la temperatura dell'acqua da $0,00\text{ }^{\circ}\text{C}$ alla temperatura corporea di $37,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Quanti litri di acqua ghiacciata dovrebbero essere consumati per bruciare 454 g di grasso, supponendo che bruciare una tale quantità di grasso richieda che siano trasferite all'acqua ghiacciata 3500 kcal ? Perché non è consigliabile seguire questa dieta? (Un litro = 10^3 cm^3 . La densità dell'acqua è $1,00\text{ g/cm}^3$.)

Esercizio: espansione adiabatica

58. •• *Aprire lo champagne* In una bottiglia di champagne la sacca di gas (per lo più anidride carbonica) tra il liquido e il tappo di sughero è a una pressione $p_i = 5,00$ atm. Quando il tappo viene tirato via dalla bottiglia, il gas subisce un'espansione adiabatica fino a che la sua pressione non è uguale alla pressione dell'aria nell'ambiente che è 1,00 atm. Supponete che il rapporto tra i calori specifici molari sia $\gamma = 4/3$. Se il gas ha una temperatura iniziale $T_i = 5,00$ °C, qual è la sua temperatura finale al termine dell'espansione adiabatica?

perché rapida



ma anche:

adiabatico (gas ideale)



$$PV^\gamma = \text{costante}$$

$$p_i V_i^\gamma = \text{costante} = p_f V_f^\gamma$$

$$PV = nRT \rightarrow V = \frac{nRT}{P}$$

$$PV^\gamma = P \left(\frac{nRT}{P} \right)^\gamma$$

$$= (nR)^\gamma \frac{T^\gamma}{P^{\gamma-1}} = \text{cst}$$

$$\frac{T^\gamma}{P^{\gamma-1}} = \text{cst}$$

$$\frac{T_i^\gamma}{P_i^{\gamma-1}} = \frac{T_f^\gamma}{P_f^{\gamma-1}}$$

$$T_f = \left(\frac{P_f}{P_i} \right)^{1-\frac{1}{\gamma}} T_i = -87^\circ\text{C}$$

Esercizio: entropia e cambi di fase

6. • (a) Qual è la variazione di entropia di un cubetto di ghiaccio di massa 12,0 g che fonde completamente in un secchio d'acqua la cui temperatura è appena al di sopra del punto di congelamento dell'acqua? (b) Qual è la variazione di entropia di un cucchiaio d'acqua di massa 5,00 g che evapora completamente su un piatto caldo la cui temperatura è leggermente al di sopra del punto di ebollizione dell'acqua?

a) Entropia per la fusione:

$$\Delta S_g = \frac{Q_f}{T_f} = \frac{L_f m}{T_f} = 14.6 \text{ J/K}$$

variazione di entropia del secchio

$$\Delta S_s = \int \frac{dQ}{T} = -\frac{Q_f}{T_f} = -14.6 \text{ J/K}$$

$$\Delta S = \Delta S_g + \Delta S_s = 0 \text{ J/K} !$$

$$L_f = 3.33 \times 10^5 \text{ J/kg}$$

$$c_v = 4186 \text{ J/K kg}$$

$$L_e = 2260 \text{ kJ/kg}$$

$$\begin{aligned} \text{b) } \Delta S_e &= \frac{Q_e}{T_e} = \frac{L_e m}{T_e} \\ &= 30.3 \text{ J/K} \end{aligned}$$

Esercizio: entropia e microstati

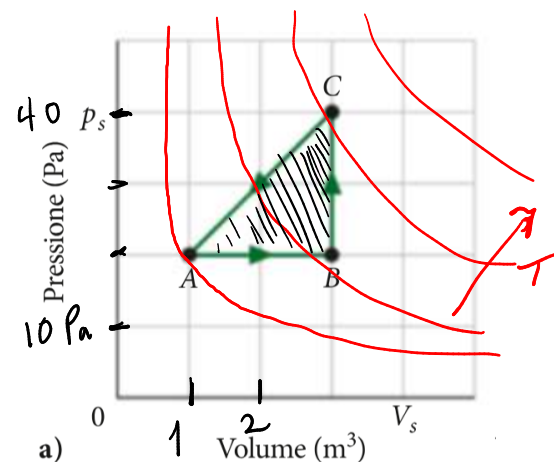
30. (a) Prepara una tabella simile alla Tabella 18.1 per la seguente situazione. Lancia quattro monete in aria simultaneamente e poi scrivi i risultati dei lanci in termini di numero di teste (T) e croci (C) che ne risultano. Per esempio, TTCT e TCTT sono due possibile modi in cui si possono ottenere tre teste e una croce. (b) Sulla base della tua tabella, qual è il risultato più probabile per un lancio? In termini di entropia, (c) qual è il macrostato più ordinato e (d) qual è il più disordinato?

Esercizio: frigorifero e potenza

20. Un frigorifero ha coefficiente di prestazione uguale a 3.0. Lo scomparto del ghiaccio è a -20.0°C , e la temperatura ambiente è 22.0°C . Il frigorifero è in grado di trasformare 30.0 g di acqua a 22.0°C in 30.0 g di ghiaccio a -20.0°C in un minuto. Quanta potenza in ingresso è necessaria? Fornite la risposta in watt.

Esercizio: ciclo termodinamico

44. • Un sistema termodinamico viene portato dallo stato A allo stato B , allo stato C e poi di nuovo ad A , come mostrato nel diagramma p - V della **Figura 18.38a**. La scala verticale è data da $p_s = 40$ Pa e quella orizzontale da $V_s = 4,0$ m³. (a)-(g) Completate la tabella della **Figura 18.38b** inserendo un segno più, un segno meno o uno zero in ciascuna delle celle indicate. (h) Qual è il lavoro totale compiuto dal sistema mentre compie una volta il ciclo $ABCA$?



$$a) Q = C_p n \Delta T$$

↑ calore specifico a pressione costante

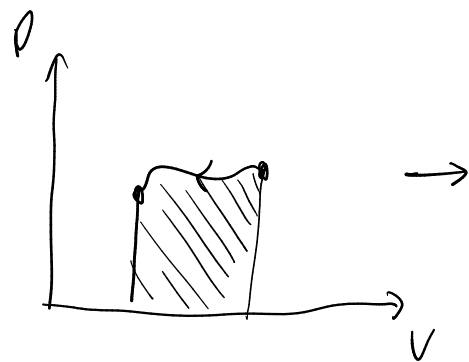
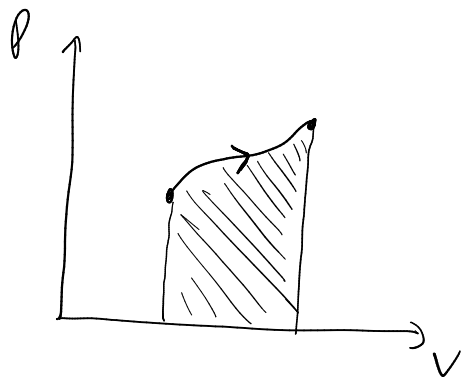
$$\Delta U = Q + W$$

$$Q = \Delta U - W$$

↓ ΔU

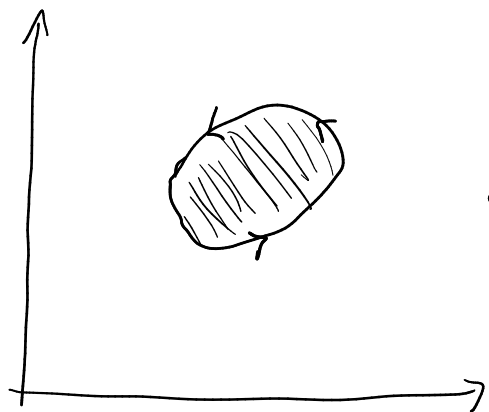
h) lavoro totale compiuto dal sistema:
- 20 J

	Q	W	ΔE _{int}
A → B	+	-	+
B → C	+	0	+
C → A	-	+	-



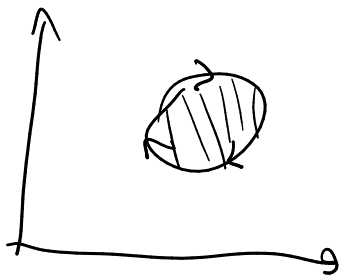
$\int P dV$

↗ lavoro compiuto dal sistema
 ↘ -lavoro compiuto sul sistema



$\oint P dV < 0$

lavoro totale positivo sul sistema
 negativo dal sistema



$\oint P dV > 0$

lavoro totale negativo sul sistema
 positivo dal sistema