

# ESERCIZI DI MECCANICA DEI FLUIDI E TERMODINAMICA

*Prof. Chiuri Rocco*

# I fondamentali

## MECCANICA DEI FLUIDI

$$p = \frac{F_{\perp}}{S}$$

*pressione*

$$q = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

*portata*

$$p = p_{atm} + \rho gh$$

*legge di Stevino*

$$F_A = \rho g V$$

*legge di Archimede*

$$q = S v \quad \text{in assenza di attrito}$$

$S v = \text{costante}$  *equazione di continuità,  
valida con fluido ideale  
(incomprimibile –  
densità uniforme e costante)*

$$p + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho gh = \text{costante}$$

*equazione di Bernoulli*

*(conservazione dell'energia di un fluido ideale)*

$$p_2 - p_1 = \frac{1}{2} \rho v_2^2 \left( \frac{s_2^2 - s_1^2}{s_1^2} \right)$$

*effetto Venturi*

*(variazione nulla di energia potenziale)*

$$F = \eta \frac{S v}{d}$$

*attrito nei fluidi in regime laminare*

*(proporzionale alla viscosità e alla distanza dalle pareti)*

$$F_v = 6\pi\eta r v$$

*attrito viscoso su una sfera di raggio  $r$   
che si muove attraverso un fluido*

$$v_l = \frac{2(\rho_s - \rho_f) g r^2}{9\eta}$$

*velocità limite in presenza di forza di Archimede*

# I fondamentali

## TERMODINAMICA

*dilatazione termica dei corpi*

$$L = L_0(1 + \alpha\Delta T) \quad S = S_0(1 + 2\alpha\Delta T) \quad V = V_0(1 + 3\alpha\Delta T)$$

capacità termica:  $C = \frac{\Delta E}{\Delta T}$  calore specifico:  $c = \frac{\Delta E}{m\Delta T}$

*equazione di stato dei gas perfetti  
(gas rarefatti e lontani dal  
cambiamento di stato - liquefazione)*

$$pV = \frac{p_0 V_0}{T_0} T \Rightarrow \mathbf{pV = nRT}$$

*modello microscopico di gas perfetto:*

*Le forze intermolecolari sono quasi nulle*

*Il moto delle molecole avviene per agitazione termica  
ed è rapido e disordinato*

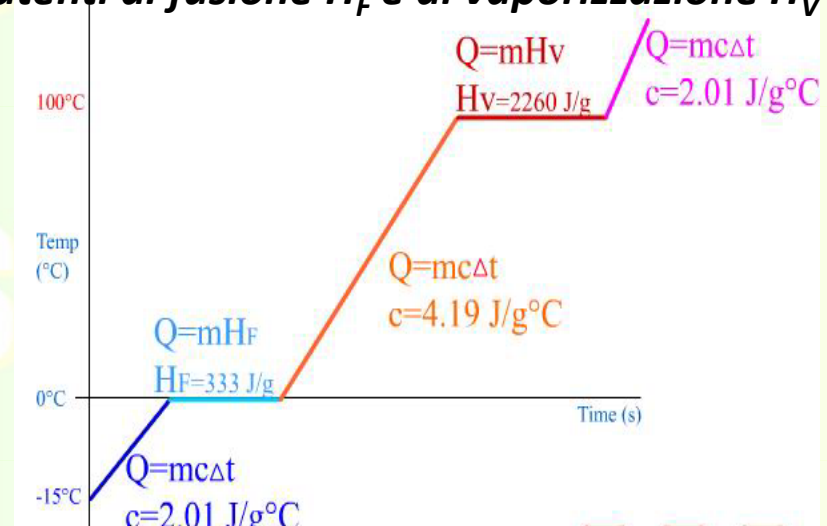
*Le molecole urtano elasticamente con le pareti*

*equazione all'equilibrio termico*

$$c_1 m_1 \Delta T_1 = c_2 m_2 \Delta T_2$$

$$c_1 m_1 (T_1 - T_e) = c_2 m_2 (T_e - T_2)$$

*diagramma dei passaggi di stato con calori  
latenti di fusione  $H_F$  e di vaporizzazione  $H_V$*



*teoria cinetica:*

$$p = \frac{2N K_{media}}{3V}$$

$$T = \frac{2N_A K_{media}}{3R}$$

$$\langle v \rangle = \sqrt{\frac{lk_B T}{m_{mol}}} = \sqrt{\frac{lRT}{M}}$$

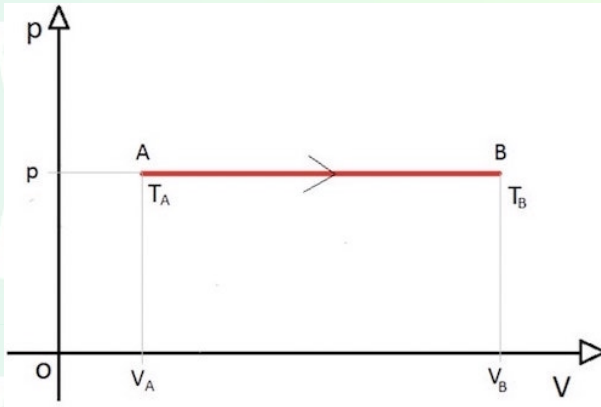
$$U = \frac{l}{2} nRT \quad \text{energia interna}$$

# I fondamentali

## TERMODINAMICA

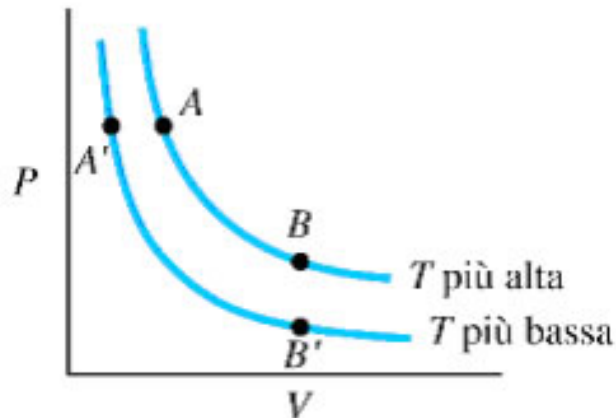
*trasformazioni termodinamiche quasi-statiche (infinitesimi stati intermedi di equilibrio)*

➤ **ISOBARA** (a pressione costante)

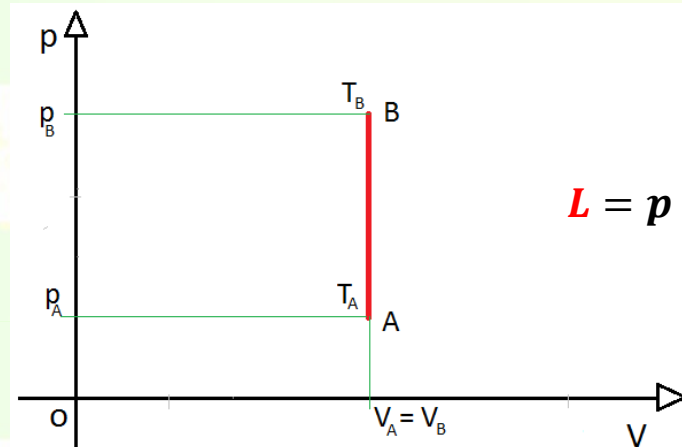


$$L = F \cdot \Delta s = F \cdot \Delta h = p \cdot S \cdot \Delta h = p \cdot \Delta V$$

➤ **ISOTERMA** (a temperatura costante)

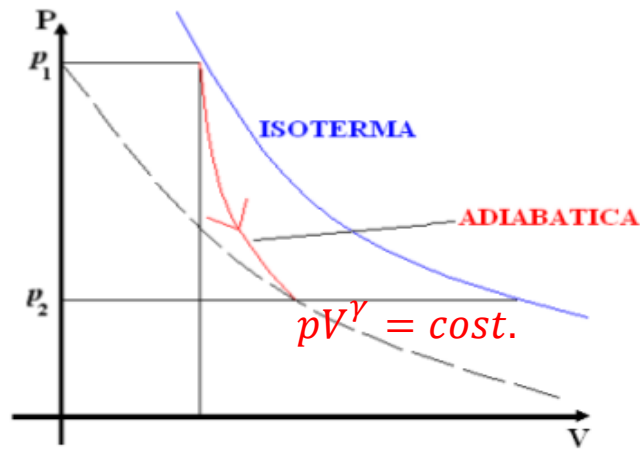


➤ **ISOCORA** (a volume costante)



$$L = p \cdot \Delta V = 0$$

➤ **ADIABATICA** (senza scambi di calore)





# I fondamentali

## TERMODINAMICA

*primo principio della termodinamica e applicazioni alle trasformazioni*

$$Q = L + \Delta U$$

ISOBARA  $Q = L + \Delta U = p\Delta V + \Delta U = nR\Delta T + \frac{l}{2}nR\Delta T = \frac{l+2}{2}nR\Delta T \Rightarrow c_p = \frac{Q}{m\Delta T} = \frac{l+2}{2} \frac{R}{M}$

ISOCORA  $Q = L + \Delta U = \Delta U = \frac{l}{2}nR\Delta T \Rightarrow c_v = \frac{Q}{m\Delta T} = \frac{l}{2} \frac{R}{M}$  calore specifico a  $p = \text{cost.}$

ISOTERMA  $Q = L + \Delta U = L = nRT \ln \frac{V_f}{V_i}$  calore specifico a  $V = \text{cost.}$

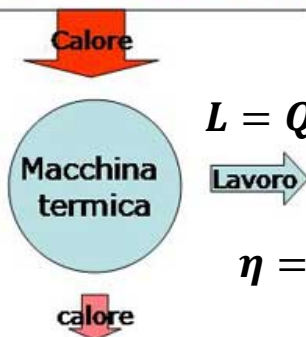
ADIABATICA  $Q = L + \Delta U \Rightarrow 0 = L + \Delta U \Rightarrow -\Delta U = L$

$$\frac{c_p}{c_v} = \frac{l+2}{l} = \gamma$$

CICLICA  $Q = L + \Delta U = L$

*macchine termiche, macchine frigorifere e secondo principio della termodinamica*

Sorgente ad alta temperatura: **Caldia**



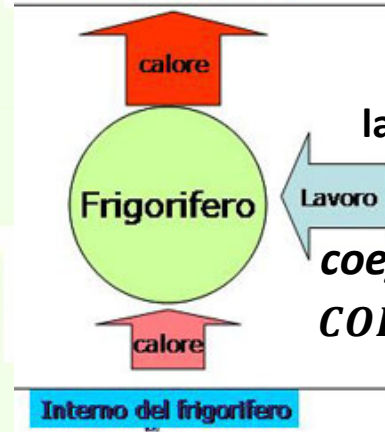
$$L = Q_a - |Q_c|$$

**Lavoro**  $\rightarrow$  **rendimento**

$$\eta = \frac{L}{Q_a} = 1 - \frac{|Q_c|}{Q_a} \quad 0 \leq \eta < 1$$

Sorgente a bassa temperatura: **Refrigerante**

Ambiente esterno



**lavoro negativo** ( $Q_a < Q_c$ )

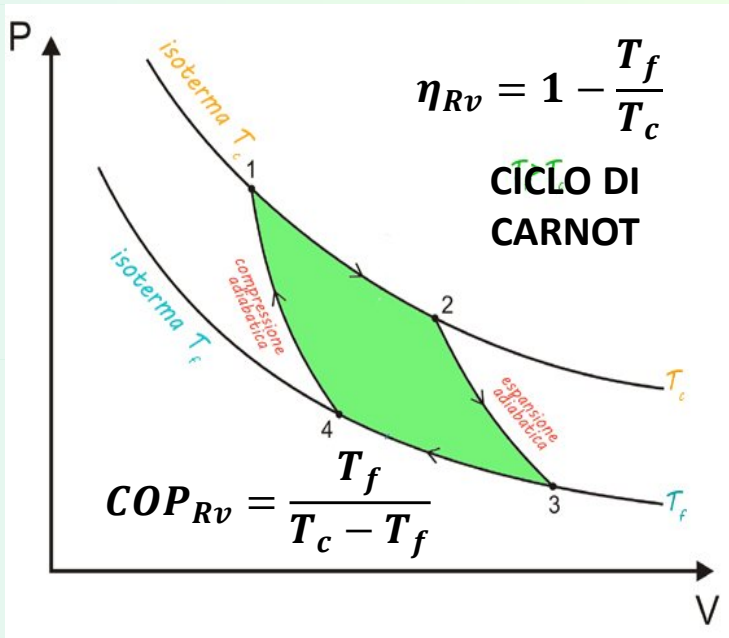
**coefficiente di prestazione**

$$COP = \frac{Q_a}{|L|} = \frac{Q_a}{|Q_a - Q_c|} \geq 1$$

Interno del frigorifero

# I fondamentali

## TERMODINAMICA



$\eta \leq \eta_{Rv}$  *teorema di Carnot*

$$\frac{Q_a}{T_c} + \frac{Q_c}{T_f} \leq 0 \quad \text{disuguaglianza di Clausius}$$

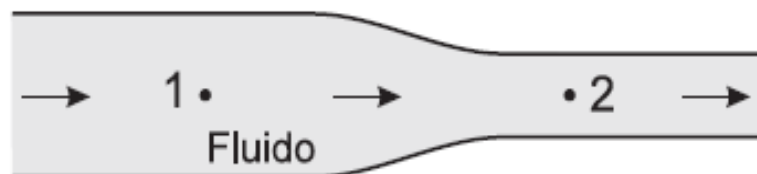
$$\sum_{i=1}^N \frac{\Delta Q_i}{T_i} \leq 0 \Rightarrow \sum_{i=1}^N S_i \leq 0 \quad \text{entropia}$$

# QUESITI DI PRIMO LIVELLO

Q

26

Un fluido omogeneo e non comprimibile scorre in regime stazionario entro una tubazione disposta orizzontalmente che, come in figura, presenta un restringimento.



- Quali, tra le seguenti relazioni di velocità e pressione, nei due punti indicati in figura, sono entrambe corrette?

A

$$v_1 < v_2 \quad \text{e} \quad p_1 = p_2$$

C

$$v_1 = v_2 \quad \text{e} \quad p_1 < p_2$$

E

$$v_1 > v_2 \quad \text{e} \quad p_1 > p_2$$

B

$$v_1 < v_2 \quad \text{e} \quad p_1 > p_2$$

D

$$v_1 > v_2 \quad \text{e} \quad p_1 = p_2$$

Q

32

Una studentessa deve determinare la densità di un liquido. Le misure eseguite sono le seguenti:

Volume di liquido in un becher: 20.0 mL

Massa del becher vuoto: 30.0 g

Massa del becher pieno: 45.0 g

- La densità del liquido è

A

$$1.33 \times 10^{-3} \text{ kg m}^{-3}$$

C

$$7.5 \times 10^2 \text{ kg m}^{-3}$$

E

$$3.75 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$$

B

$$1.33 \times 10^{-2} \text{ kg m}^{-3}$$

D

$$0.75 \text{ kg m}^{-3}$$

# QUESITI DI PRIMO LIVELLO



35

Un pallone aerostatico, riempito di elio ed avente una massa complessiva di 1.5 kg, sta salendo velocemente, a velocità verticale costante, fino ad un'altezza di 100 m dal suolo.

Quale, tra i valori indicati, può esprimere la spinta idrostatica sul pallone alla quota di 50 m?

☐ A 0 N

☐ B 1.47 N

☐ C 2.2 N

☐ D 14.7 N

☐ E 22 N



31

Una provetta viene zavorrata in modo che galleggi verticale nell'acqua. Se si aggiunge un pesetto di 5 g la provetta scende di 1 cm.

La provetta viene ora messa a galleggiare in un liquido diverso la cui densità relativa all'acqua è  $\rho_r = 1.2$ .

Quale massa dovrà avere il pesetto che si aggiunge ora alla provetta per fare in modo che questa scenda di 1 cm nel nuovo liquido?

☐ A 6.2 g

☐ B 6.0 g

☐ C 4.2 g

☐ D 4.0 g

☐ E 3.8 g



In un cilindro di capacità  $0.1 \text{ m}^3$ , riempito di ossigeno, la pressione è  $10^7 \text{ Pa}$ . La densità dell'ossigeno a temperatura ambiente, alla pressione atmosferica di  $10^5 \text{ Pa}$ , è di  $1.4 \text{ kg m}^{-3}$ .

- Assumendo che l'ossigeno nel cilindro sia a temperatura ambiente, qual è la sua densità?

☐ A  $0.014 \text{ kg m}^{-3}$

☐ B  $1.4 \text{ kg m}^{-3}$

☐ C  $14 \text{ kg m}^{-3}$

☐ D  $140 \text{ kg m}^{-3}$

☐ E  $1400 \text{ kg m}^{-3}$

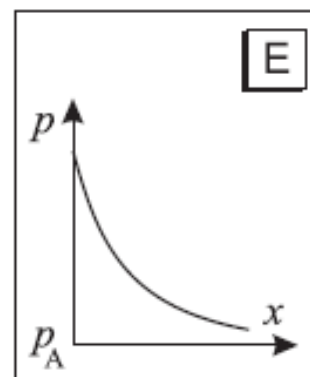
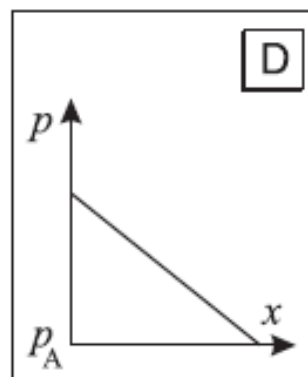
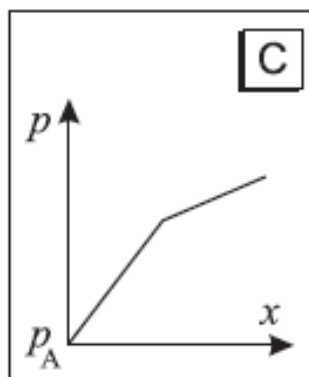
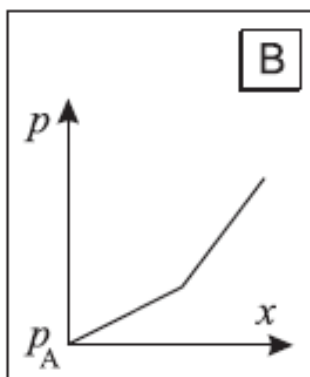
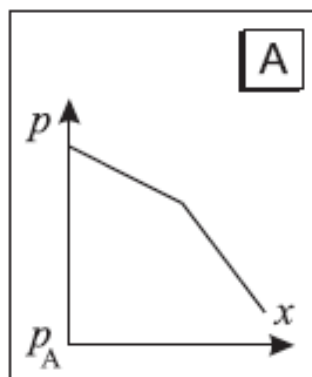
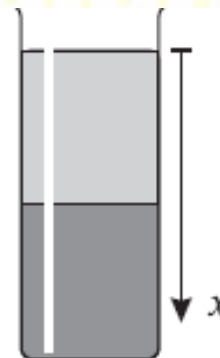


# QUESITI DI PRIMO LIVELLO

Q5

Due liquidi non miscibili sono posti in equilibrio in un recipiente, come in figura.

- Quale grafico rappresenta meglio la pressione nel recipiente in funzione della profondità  $x$  se  $p_A$  è la pressione atmosferica?



Q6

Una boa sta galleggiando, ferma, in acqua.

- Quali delle seguenti affermazioni sono vere?

- 1 – La forza risultante sulla boa è nulla.
- 2 – La boa sposta un volume d'acqua minore del proprio.
- 3 – La boa sposta una massa d'acqua maggiore della propria.

[A] Tutte.

[B] La 1 e la 2.

[C] La 2 e la 3.

[D] Solo la 1.

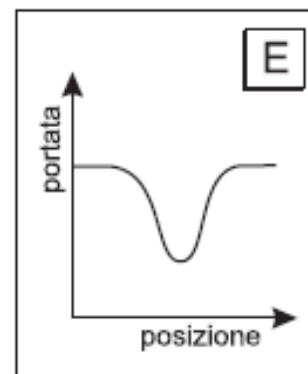
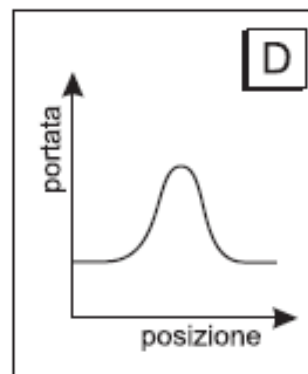
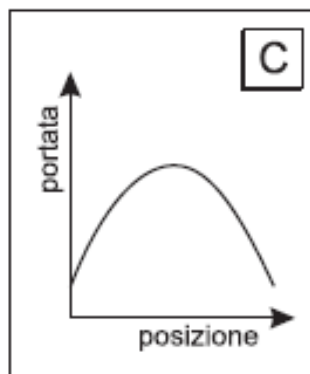
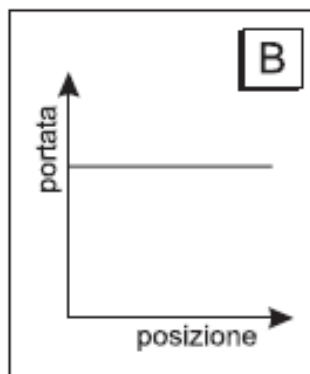
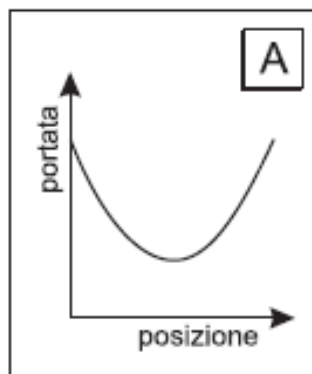
[E] Solo la 3.

# QUESITI DI PRIMO LIVELLO

35

Un liquido scorre, in regime stazionario, in un condotto che presenta, in un certo punto, un restringimento.

- Quale tra i seguenti grafici rappresenta l'andamento della portata in massa in funzione della posizione lungo il condotto, in un tratto che comprende il restringimento?



36

Si è misurata l'altezza di una colonna di mercurio di un barometro. Per ricavare da questo dato il valore della pressione atmosferica in  $\text{N/m}^2$  (Pa), serve conoscere anche...

- 1 - ... la sezione del tubo.
- 2 - ... la densità del mercurio.
- 3 - ... l'accelerazione di gravità.

- Quale o quali delle precedenti affermazioni sono corrette?

**A**

Tutte e tre.

**B**

Solo la 1 e la 2.

**C**

Solo la 2 e la 3.

**D**

Solo la 1.

**E**

Solo la 3.