

## Verifica della legge di Boyle e Mariotte

**Legge di Boyle e Mariotte:**

**“In una trasformazione quasi-statica a temperatura costante la pressione di un gas è inversamente proporzionale al suo volume”**

**In formule:**

$$PV = C \text{ (costante)} \quad \text{a } T \text{ costante}$$

**La legge è valida per un “gas perfetto” ma vale anche per un “gas reale” purché la temperatura sia molto maggiore di quella critica del gas utilizzato e per gas rarefatti**

## Verifica della Legge di Boyle e Mariotte

Per le notazioni e i simboli si faccia riferimento alle dispense

Postazione

**Indicare sempre le unità di misura nelle caselle con i valori numerici**

Gruppo:

Data e ora

Temperatura iniziale e finale

Sperimentatori:

### Pressione atmosferica (Barometro di Fortin)

| H1 | H2 | H3 | H4 | udm |
|----|----|----|----|-----|
|    |    |    |    |     |

| H | ΔH |
|---|----|
|   |    |

### Diametro cilindro (fornito da costruttore)

| D | ΔD |  |
|---|----|--|
|   |    |  |

### Misure dirette

| Simb. | Significato e strumento utilizzato | Errore di sensibilità |
|-------|------------------------------------|-----------------------|
| h     |                                    |                       |
| P     |                                    |                       |

### Misura indiretta

| Simb. | Significato | Espressione | Errore assoluto o errore relativo |
|-------|-------------|-------------|-----------------------------------|
| V     |             |             |                                   |

### Misura di Vx

| h1 | h2 | h3 | h4 | h5 | h6 | h7 | h8 | h1 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P1 |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |

### Verifica della legge Compressione

| h1  | h2  | h3  | h4  | h5  | h6  | h7  | h8  | h9  |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| P1  | P2  | P3  | P4  | P5  | P6  | P7  | P8  | P9  |
|     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| h10 | h11 | h12 | h13 | h14 | h15 | h16 | h17 | h18 |
|     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| P10 | P11 | P12 | P13 | P14 | P15 | P16 | P17 | P18 |
|     |     |     |     |     |     |     |     |     |

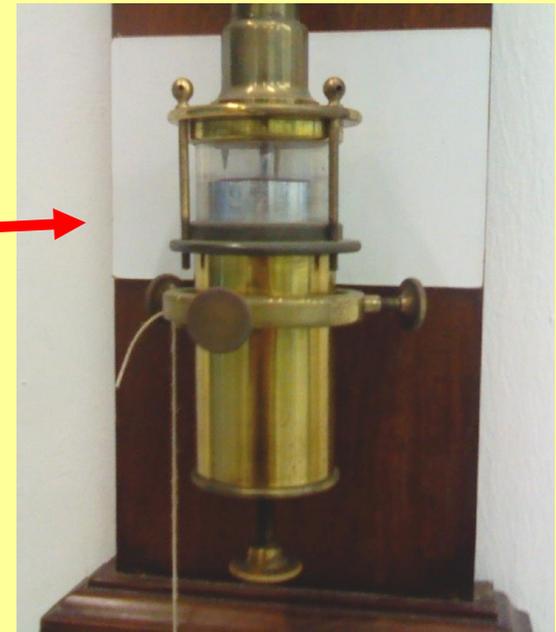
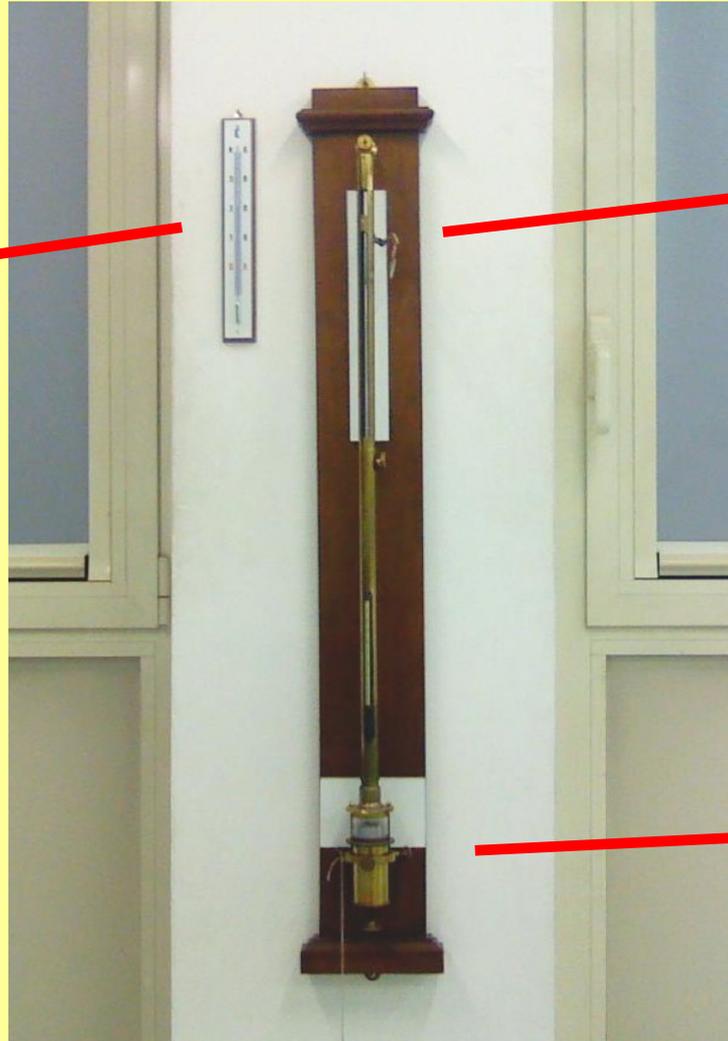
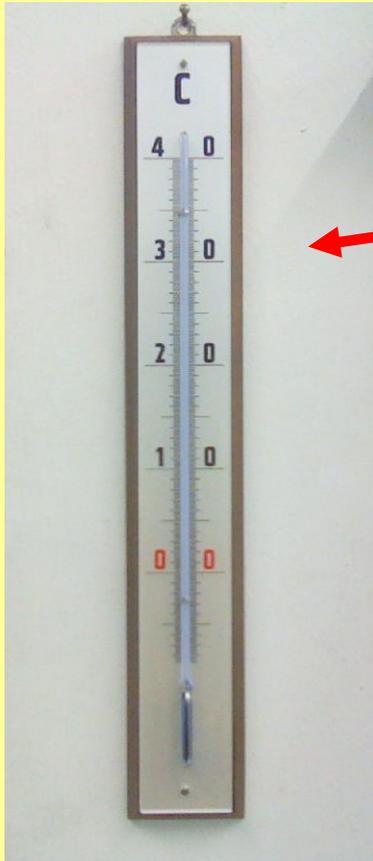
### Espansione

| h1  | h2  | h3  | h4  | h5  | h6  | h7  | h8  | h9  |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| P1  | P2  | P3  | P4  | P5  | P6  | P7  | P8  | P9  |
|     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| h10 | h11 | h12 | h13 | h14 | h15 | h16 | h17 | h18 |
|     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| P10 | P11 | P12 | P13 | P14 | P15 | P16 | P17 | P18 |
|     |     |     |     |     |     |     |     |     |

# Raccolta dati

## Tabulato da allegare alla relazione

# 1) Misura di temperatura e pressione atmosferica



**Termometro e  
Barometro di Fortin**

# Misura della pressione atmosferica

## Barometro di Fortin

Per la legge di Stevino  $p_A = p_B$  ma

$$p_A = p_{A\text{tm}} \quad \text{e} \quad p_B = \rho gh + p_{\text{VS}}$$

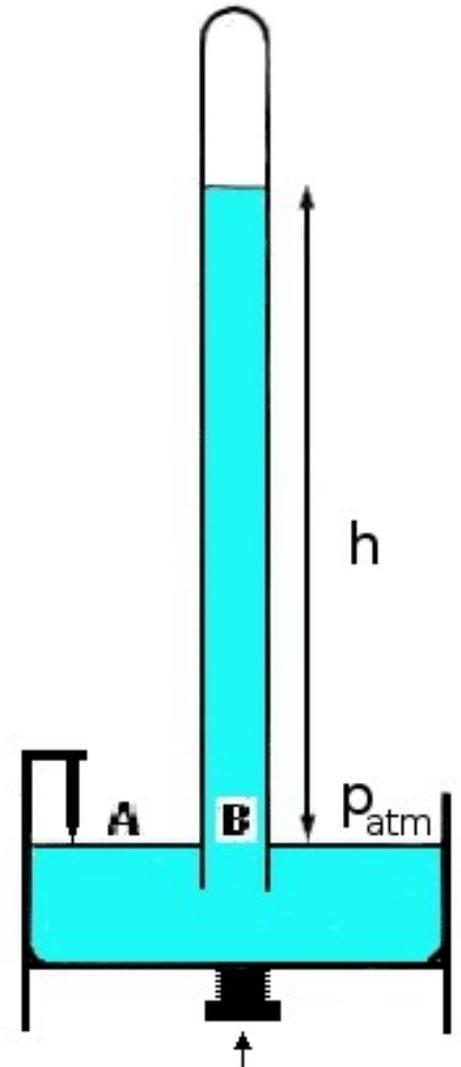
con  $h$  altezza della colonna di mercurio,  
densità del mercurio

$$\rho = 13.595 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 + a \cdot T$$

con  $a = -2.5 \text{ kg}/(\text{°C} \cdot \text{m}^3)$  e  $T$  temperatura (°C)

$p_{\text{VS}}$  pressione di vapor saturo ( $\approx 10^{-4} p_{\text{ATM}}$ )

Per misurare  $h$  è prima necessario  
regolare la vite sotto il pozzetto in modo  
che la punta sia tangente al mercurio



# Raccolta dati

## Misura della pressione atmosferica

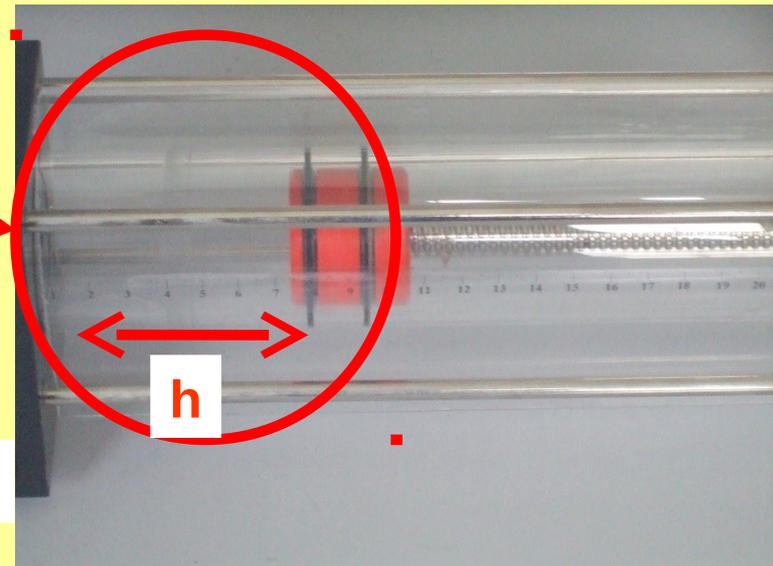
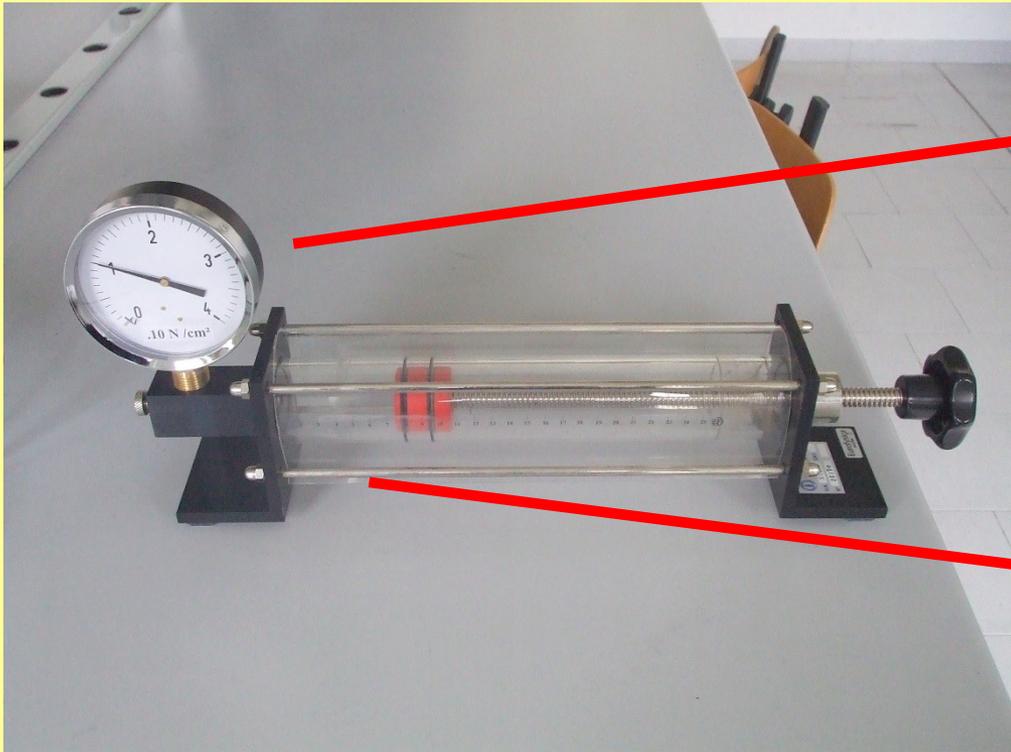
| Pressione atmosferica (Barometro di Fortin) |    |    |    |     |
|---|----|----|----|-----|
| H1  | H2 | H3 | H4 | udm |
|   |    |    |    |     |

| H | $\Delta H$ |
|---|------------|
|   |            |

Misure ripetute regolando ogni volta il livello nel pozzetto

# Apparato sperimentale per verifica della legge

Manometro



Volume del gas

# Misure

Grandezze fornite dal costruttore:

**Diametro cilindro**      $D = (4.00 \pm 0.01) \text{ cm}$

Grandezze da misurare:

- pressione del gas     →     manometro
- volume del gas        →     posizione **h** del pistone

**Nota D e misurata h si può determinare V ?**

In realtà la legge di Boyle e Mariotte dovrebbe essere riscritta nella forma

$$P ( V_m + V_x ) = C$$

dove  $V_m$  è il volume misurato indirettamente dal prodotto  $\pi h(D/2)^2$  e  
 $V_x$  è il volume incognito non determinabile dalla misura di  $h$

**L'esperienza sarà quindi condotta in due passi:**

- **determinazione di  $V_x$**
- **verifica della legge**

## 2) Determinazione di $V_x$

La legge di Boyle e Mariotte può essere espressa nella forma

$$V_m = (C/P) - V_x$$

Misurando quindi coppie di valori ( $V_{m_i}$ ,  $P_i$ ) e ipotizzando una relazione lineare tra  $V_m$  e  $1/P$  si può determinare il termine noto della relazione lineare, ovvero  $-V_x$

Le condizioni ottimali di misura devono tener conto che

- $V_x$  ha, ragionevolmente, un valore piccolo rispetto al volume del cilindro
- la tenuta del pistone non è ottimale per pressioni superiori a  $2 \cdot P_{atm}$  e inferiori a  $0.5 \cdot P_{atm}$
- il pistone non può andare al di sotto di  $h = 3$  cm

e quindi.....



### 3) Verifica della legge

La legge di Boyle e Mariotte può essere espressa nella forma

$$(V_m + V_x)P = C$$

Si tratta quindi di misurare coppie di valori  $(V_{mi}, P_i)$  e di verificare la costanza del prodotto  $(V_m + V_x)_i P_i = C$

Le condizioni ottimali di misura devono tener conto che

- la verifica dovrebbe essere estesa al massimo ambito possibile (tenendo conto dei limiti a  $0.5 \cdot P_{atm}$  e  $2 \cdot P_{atm}$ )
- la verifica sarà più precisa per valori più precisi di  $V_m$
- il pistone non può andare al di sotto di  $h = 3$  cm e al di sopra di  $h = 24$  cm

e quindi.....



#### 4) Verifica della legge (e optional)

Riportando in grafico i valori  $(V_m + V_x)_i P_i = C_i$  in funzione dei corrispondenti  $P_i$  [oppure dei valori  $(V_m + V_x)_i$ ] si può verificare la costanza dei valori  $C_i$  e ricavare la miglior stima di  $C$  e della sua incertezza

$$C \pm \Delta C$$

Da questo risultato si possono ricavare (optional, vedi dispense)

- numero di moli del gas
- numero di molecole del gas
- massa del gas
- massa di una molecola di gas

## **Traccia per la relazione**

- 1) Descrizione delle grandezze che si vuole misurare e delle relazioni funzionali che saranno utilizzate per le misure indirette**
- 2) Elenco degli strumenti utilizzati, specificandone le caratteristiche**
- 3) Stima a priori delle incertezze di misura**
- 4) Descrizione della "messa in opera" degli strumenti**
- 5) Tabelle dei dati raccolti e grafici (allegati in originale)**
- 6) Elaborazione dei dati**
- 7) Commenti e controlli finali**

**N.B. La relazione non deve essere un poema. La lunghezza raccomandata è non superiore alle 8 facciate di foglio protocollo**