



A.S.L. Settore Elettronica ed Elettrotecnica

ANNUALITA' 2015/16

"IMPIANTISTICA CIVILE ED AUTOMAZIONE "

APPUNTI DI PNEUMATICA



Classe 3B/3D ITIS "M.BARTOLO"

STAGE ASSOFORM -RIMINI-FORLÌ'-CESENA 01-07 maggio 2016

- L'ARIA
- CHE COSA E' LA PNEUMATICA
- PRODUZIONE DELL'ARIA COMPRESSA
- LA PRESSIONE ATMOSFERICA
- PRESSIONE ASSOLUTA E PRESSIONE RELATIVA
- LEGGE DI BOYLE
- GLI EFFETTI DELLA TEMPERATURA SUI GAS
- LA LEGGE DI GAY-LUSSAC
- PRESSIONE E PORTATA
- PRINCIPIO DI PASCAL
- PRINCIPIO DI VENTURI

L'ARIA

L'aria è un corpo gassoso e, come i corpi solidi e liquidi, è costituita di particelle minutissime dette **molecole**.

Nei solidi le molecole sono strettamente legate le une alle altre; come conseguenza si ha che i solidi hanno forma e volume propri.

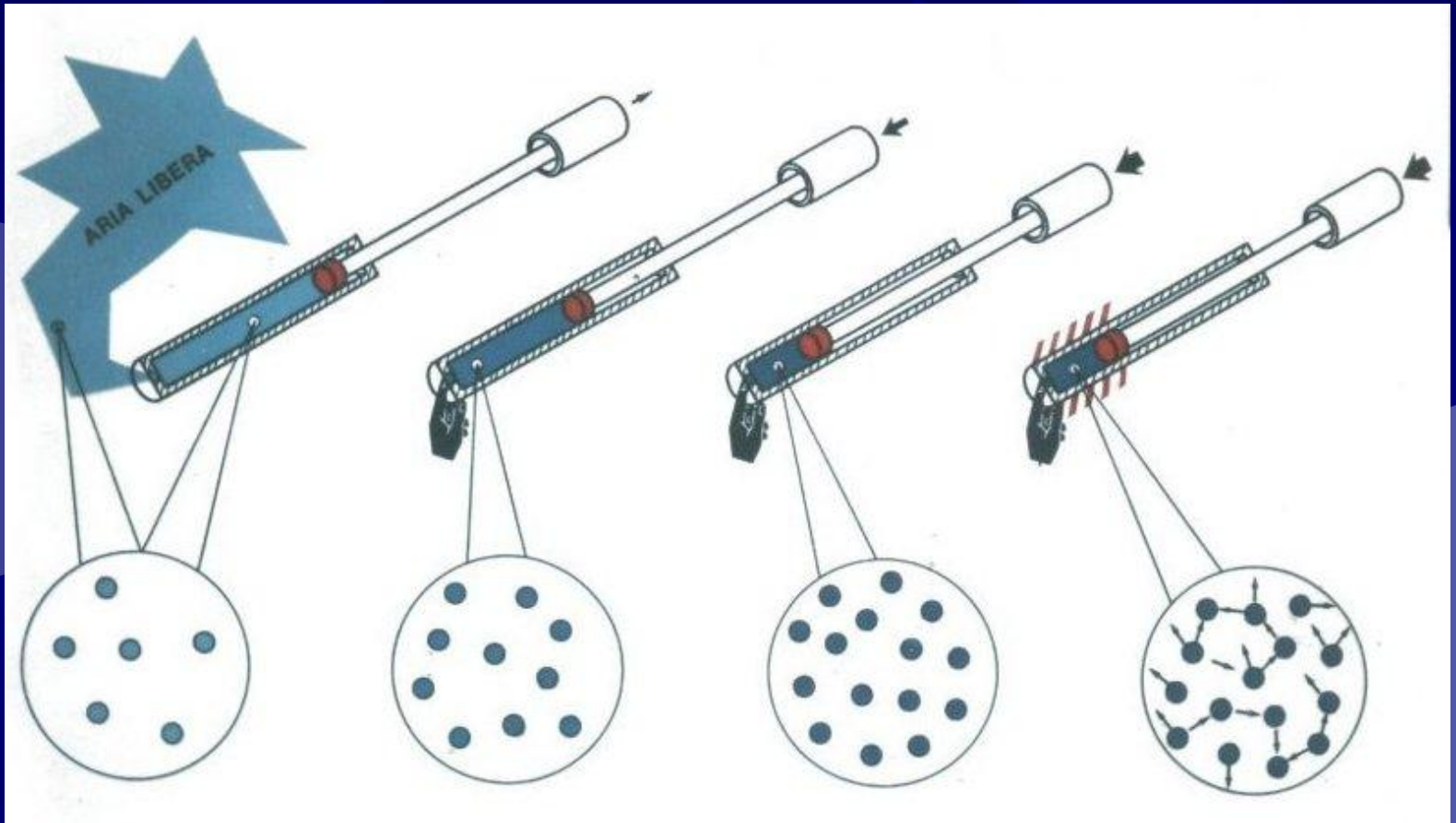
Nei liquidi tale legame è meno sensibile; infatti i liquidi hanno un proprio volume, ma assumono la forma del recipiente che li contiene (il volume di 1 dm³ di acqua rimane tale se versato in una bottiglia o in un qualsiasi altro recipiente).

Nei gas, e quindi nell'aria, le molecole sono praticamente libere di muoversi al punto che le loro distanze variano in continuazione, non solo, ma anche la posizione di una rispetto all'altra muta continuamente; i gas, pertanto, non hanno né forma né volume propri.

E' proprio in virtù di tale proprietà che l'aria può essere facilmente **aspirata e compressa**.



Una pompa per bicicletta fornisce in proposito un concreto e facile esempio.



1

2

3

4



Fig. 1. Se solleviamo il pistone di una pompa, l'aria esterna entra nel cilindro (o camera) dal foro posto all'estremità della pompa stessa; l'aria, in questo caso viene **aspirata** ed il suo volume e la sua forma saranno perfettamente uguali a quelli della camera che la contiene.

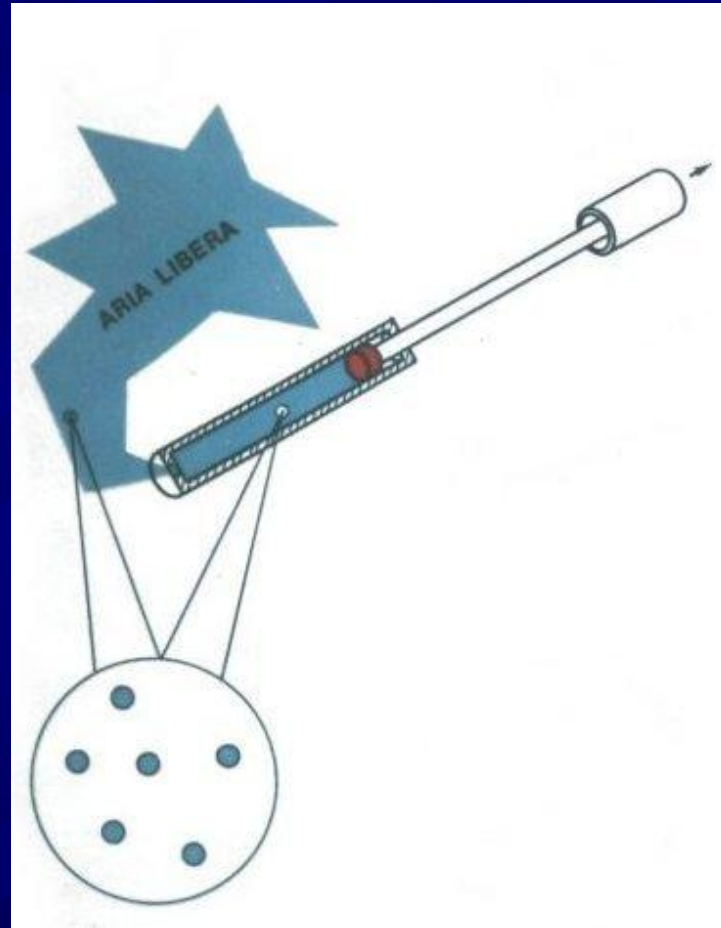


Fig. 2. Chiudiamo ora il foro della pompa ed esercitiamo una pressione sul pistone; l'aria, non potendo uscire dal foro, sarà costretta ad occupare uno spazio più stretto cioè a ridurre il suo volume; in questo caso l'aria viene **compressa**.

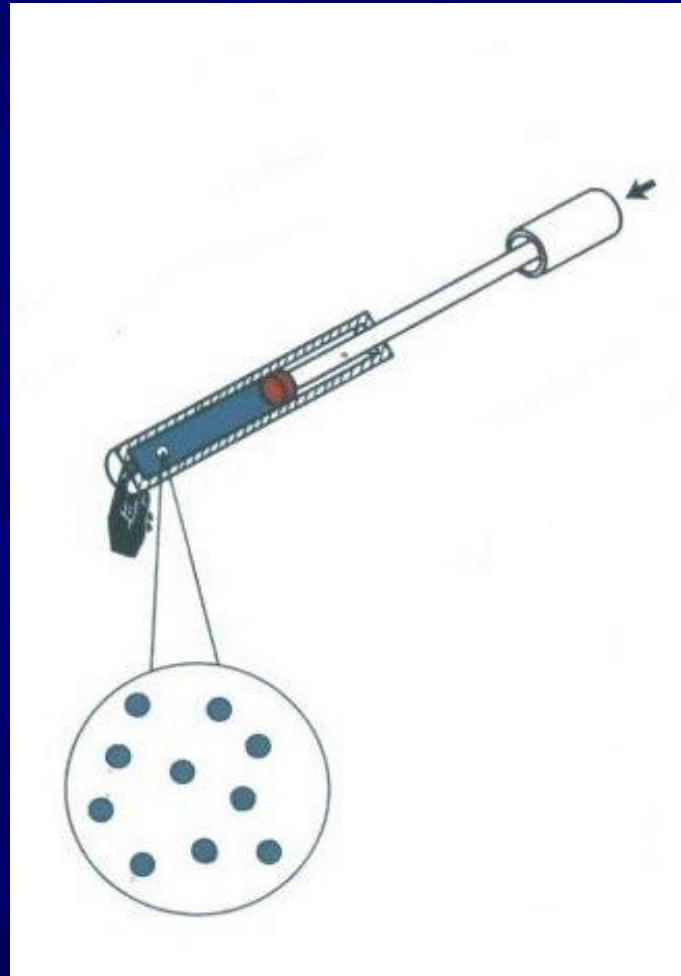
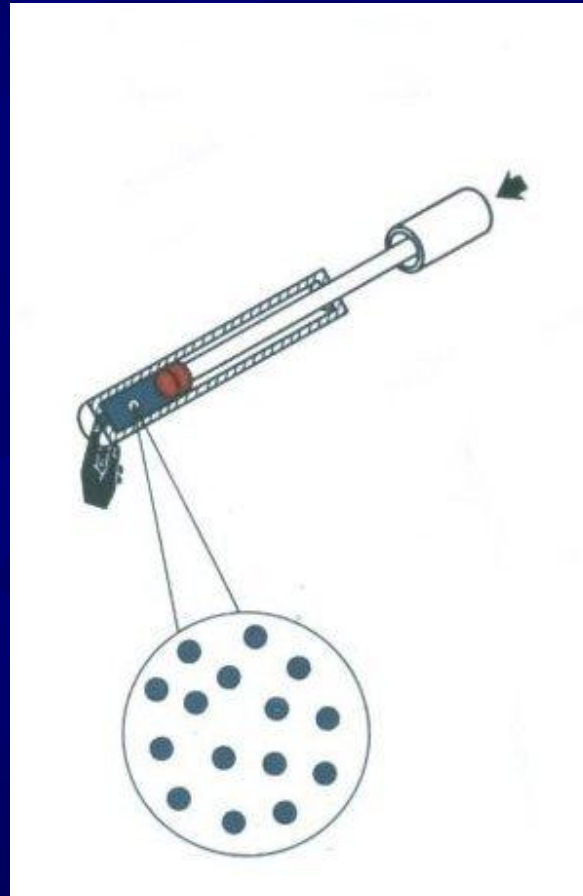


Fig. 3. E' chiaro che il numero delle molecole contenute nell'aria aspirata rimarrà invariato anche nella fase di compressione; esse, però, saranno le une più vicine alle altre e, mano a mano che il pistone avanzerà, saranno costrette ad alloggiare in spazi sempre più stretti.

Vediamo ora di fare qualche semplice calcolo prima però occorre una precisazione; poiché il numero delle molecole contenute in un cm^3 di aria è dell'ordine dei miliardi di miliardi (circa 5 seguito da 19 zeri), per comodità di calcolo supponiamo che il totale delle molecole d'aria aspirata sia soltanto 900.



Ebbene, se la camera della nostra pompa ha un volume di 150 cm^3 , le molecole presenti in ogni cm^3 al termine dell'aspirazione è di $900/150=6$ per ogni cm^3 (**Fig. 1**)

Tale numero di molecole è destinato ad aumentare durante la fase di compressione; infatti se il volume a disposizione delle molecole stesse si riduce prima a 90 cm^3 e poi a 60 cm^3 ; il numero delle molecole per cm^3 sale rispettivamente a $900/90= 10$ e a $900/60= 15$ (**Fig. 2**) e (**Fig. 3**)

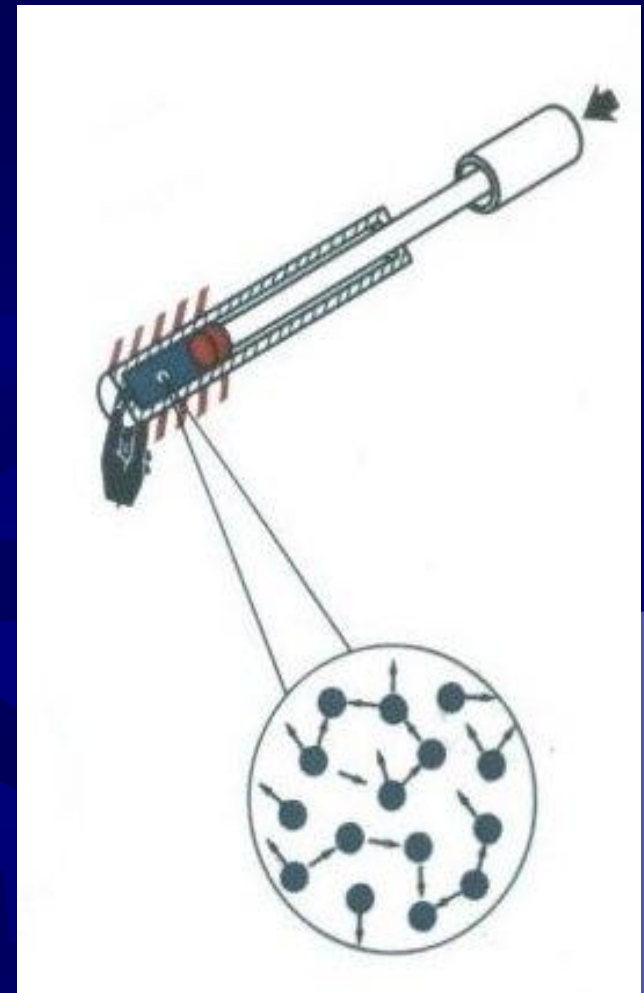


(Fig. 4) Ancor prima della compressione le molecole d'aria non sono ferme ma in continuo movimento secondo traiettorie rettilinee, per cui non solo si urtano vicendevolmente, ma vanno ad urtare le pareti dell'involucro.

Il riscaldamento che ne consegue è neutralizzato dalla temperatura dell'aria all'esterno della pompa. Sotto l'azione della compressione, le molecole vengono a trovarsi più vicine le une alle altre aumentando così la velocità dei loro movimenti e quindi degli urti.

Il riscaldamento che ne deriva è tale da propagarsi all'esterno e capace di essere avvertito al tatto a seconda dell'intensità della compressione.

A conclusione di questa prima esemplificazione introduttiva sulle possibilità di utilizzo dell'aria atmosferica nel settore industriale, vogliamo precisare che la forza naturale che anima il movimento delle molecole di tutti i gas, e quindi dell'aria, può essere aumentata per mezzo della compressione. Questa forza prende il nome di **pressione**.



CHE COSA E' LA PNEUMATICA

È la tecnologia che utilizza l'energia dell'aria compressa, opportunamente integrata da sistemi di governo ed altri apparati elettronici.

La pneumatica è una scienza che trova larga applicazione nel campo dell'automazione industriale.

Dispositivi pneumatici sono usati in molte applicazioni industriali, in cui, solitamente, sono in gioco forze minori di quelle per cui sono più indicati dispositivi idraulici.

I dispositivi pneumatici sono generalmente meno costosi di quelli elettrici e sono progettati per utilizzare, come sorgente di energia, aria opportunamente filtrata e depurata, mediante opportuni attuatori convertono l'energia dell'aria compressa in energia per azionare dispositivi meccanici mobili. Il tipo di movimento prodotto dipende dal tipo di attuatore impiegato.



PRODUZIONE DELL'ARIA COMPRESSA

Il **Compressore** è il componente fondamentale dell'impianto di produzione dell'aria compressa.

In base al principio di funzionamento si distinguono compressori volumetrici e turbocompressori.

In linea di massima i compressori volumetrici sono preferibili per piccole e medie portate e grandi e medie pressioni, mentre i turbocompressori sono più adatti per grandi portate e piccole pressioni.

In genere, prima del compressore, si pongono filtri di aspirazione e separatori di

condensa. (Essiccazione dell'aria nei grandi impianti).

Dopo il compressore, refrigeratori, serbatoi di accumulo, valvole di non ritorno,

valvole di intercettazione, manometri.



IL COMPRESSORE

Fig. CP1.14 – Schema simbolico di una centrale di compressione; (1) motore elettrico, (2) serbatoio di accumulo, (3) refrigeratore, (4) filtro, (5) valvola di non ritorno, (6) valvola di massima pressione, (7) scaricatore automatico di condensa, (8) valvola d'intercezione, (9) manometro, (10) pressostato.

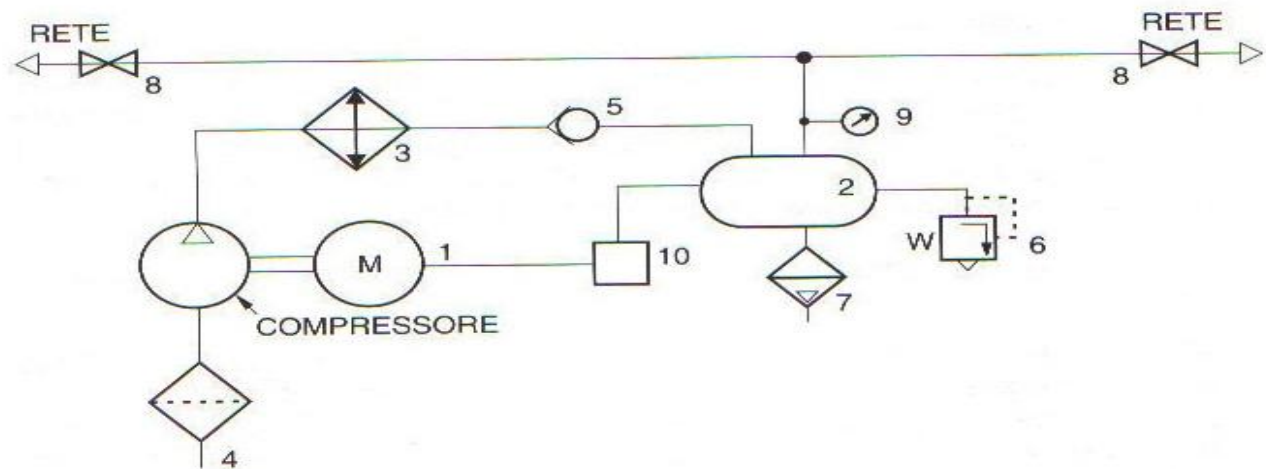
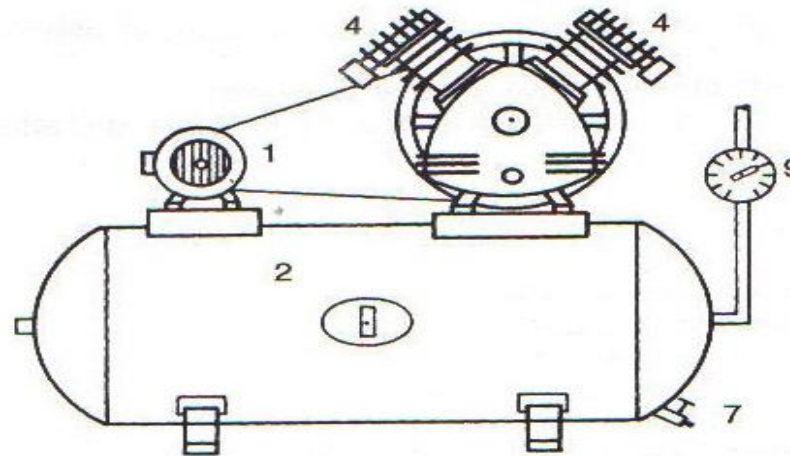


Fig. CP1.15 - Compressore monoblocco; vale la legenda della Fig. CP1.14.



Trattamento dell'aria compressa

- Essiccazione (assorbimento- adsorbimento- raffreddamento)
- Filtrazione
- Lubrificazione

I componenti della centrale di compressione

- filtro di aspirazione
- valvola di non ritorno
- valvola di massima pressione
- separatore di condensa
- valvola d'intercettazione
- manometro
- pressostato

LA PRESSIONE ATMOSFERICA

Che cos'è la pressione?

Si definisce pressione il rapporto tra la forza (F) esercitata perpendicolarmente su una superficie (S)

$$p = F/S \text{ [Pa] N/m}^2$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

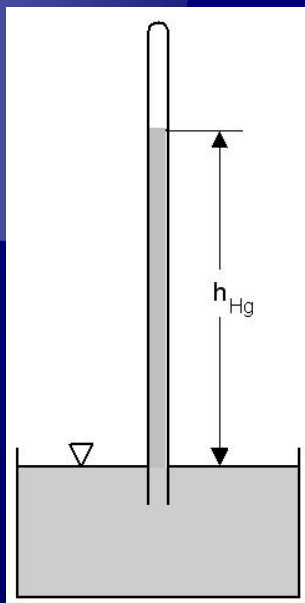
L'unità di misura della pressione è il pascal (Pa), che equivale a 1 newton su metro quadrato o $\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$.



LA PRESSIONE ATMOSFERICA

Il tubo di Torricelli o barometro di Torricelli, chiamato così dal nome del suo inventore, Evangelista Torricelli (1608-1647), fu il primo strumento realizzato appositamente per misurare la pressione atmosferica.

Un tubo, lungo circa 1 m, della sezione di 1 cm² e sigillato a un'estremità, viene riempito di mercurio e posto, con l'apertura verso il basso tenuta chiusa in modo che non entri aria, in una bacinella anch'essa piena di mercurio. A questo punto viene aperta l'estremità inferiore e si nota che il tubo non si svuota e che il mercurio scende solo per un certo tratto, fino a fermarsi a 76 cm.



Torricelli misurò l'altezza che la colonna di mercurio aveva raggiunto, pari a 760 mm, e dedusse che il peso di questa colonna era antagonista a una forza, generata da quella che oggi chiamiamo pressione atmosferica. Il mercurio contenuto nel tubo non è infatti soggetto alla pressione esterna, al contrario di quello nella vaschetta. Torricelli notò che il mercurio contenuto nel tubo si abbassava fino a un certo punto. Infatti la pressione agiva solo sulla vaschetta e non nel tubo non essendovi aria dentro questo, e faceva ostacolo al mercurio nel tubo.

Per ottenere il valore della pressione atmosferica in pascal sarà quindi sufficiente calcolare il valore della pressione della colonna di mercurio, di cui è nota l'altezza e la densità, applicando la legge di Stevino.

LA PRESSIONE ATMOSFERICA

Viene utilizzato mercurio in quanto questo materiale, ha anche allo stato liquido una densità notevole, tale da poter eguagliare la pressione atmosferica con una colonna alta, appunto soltanto 76 cm; ripetendo lo stesso esperimento con dell'acqua, per esempio, sarebbe necessario un tubo lungo 10,33 metri ma l'esperimento fallirebbe perché l'acqua alla sommità della colonna tende a evaporare in un luogo chiuso, creando saturazione, e aumentando il suo volume. in questo caso si creerebbe un aumento di pressione che spingerebbe l'acqua contenuta nel tubo verso il basso, rendendo inattendibile il valore indicato; il mercurio invece ha una bassissima tensione di vapore a temperatura ambiente e rimane liquido.

PRESSIONE ASSOLUTA E PRESSIONE RELATIVA

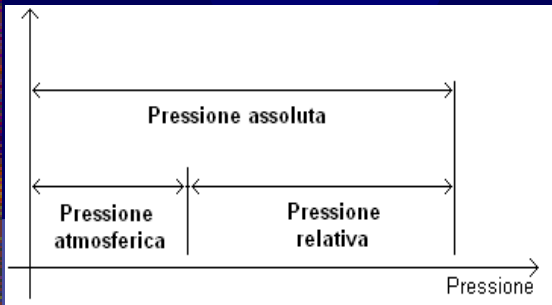
La pressione può essere classificata in due modi:

pressione assoluta o reale (misurata nel sistema tecnico in ata, atmosfera tecnica assoluta): è la pressione misurata assumendo come riferimento il vuoto;

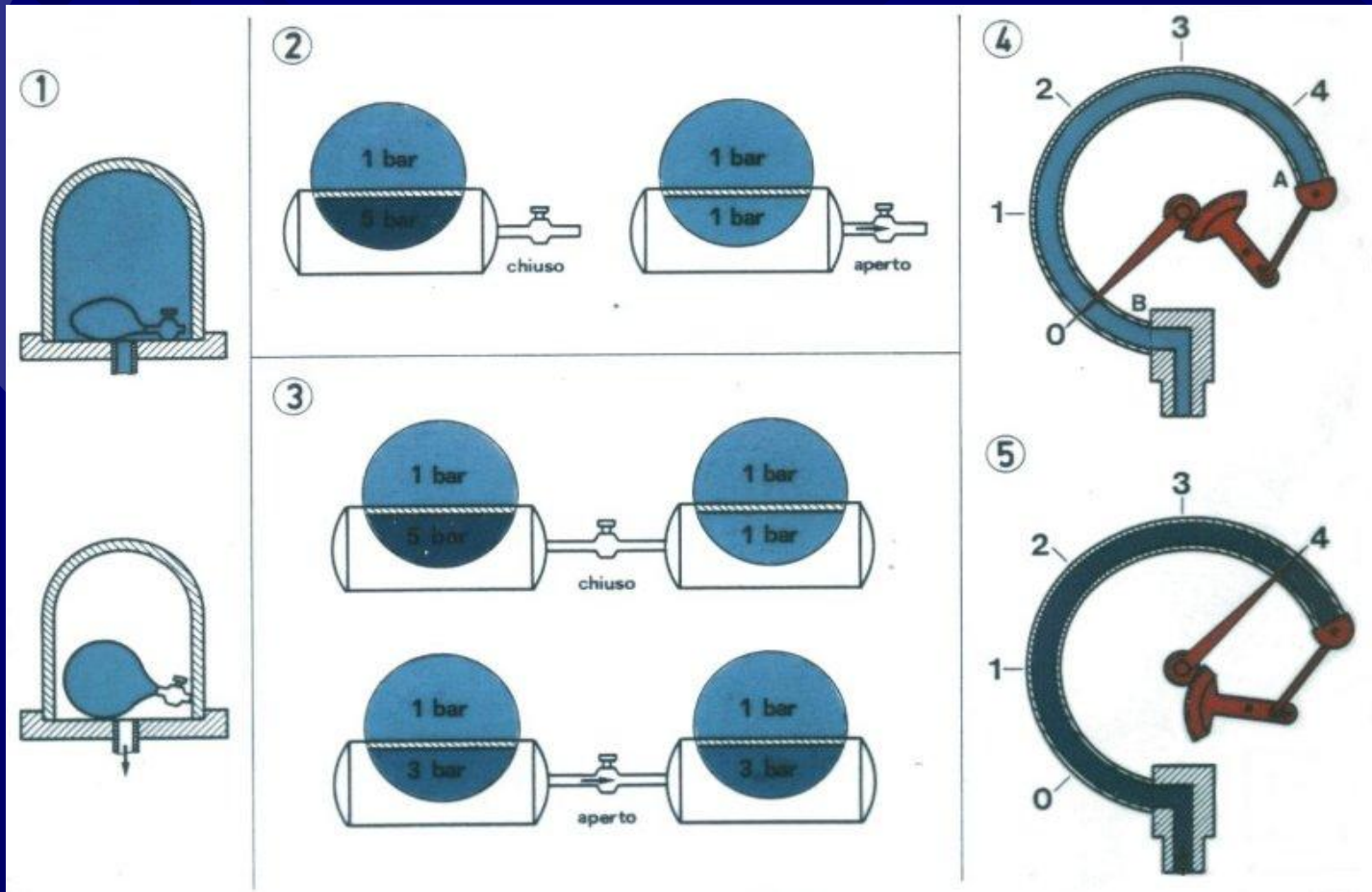
pressione relativa (misurata nel sistema tecnico in ate, atmosfera tecnica relativa): è la pressione misurata assumendo come riferimento un'altra pressione (tipicamente quella atmosferica).

Se ad esempio all'interno di un recipiente in pressione insiste una pressione (assoluta) di 10 atmosfere e all'esterno di esso è presente la pressione (assoluta) atmosferica, vuol dire che la pressione relativa all'interno del recipiente (ovvero la differenza di pressione tra l'interno e l'esterno del recipiente) è di 9 atmosfere. Si noti che una pressione relativa può assumere valori al disotto della pressione atmosferica (si parla in questo caso di "depressione" o "sottovuoto").

PRESSIONE ASSOLUTA E PRESSIONE RELATIVA



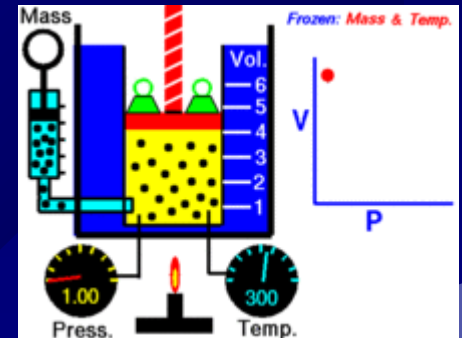
La pressione dell'aria compressa misurata dai manometri è una pressione relativa. La pressione assoluta è data dalla pressione atmosferica più la pressione dell'aria nel contenitore o nel tubo d'aria compressa. Quindi la pressione relativa ha come origine la pressione atmosferica.



LEGGE DI BOYLE

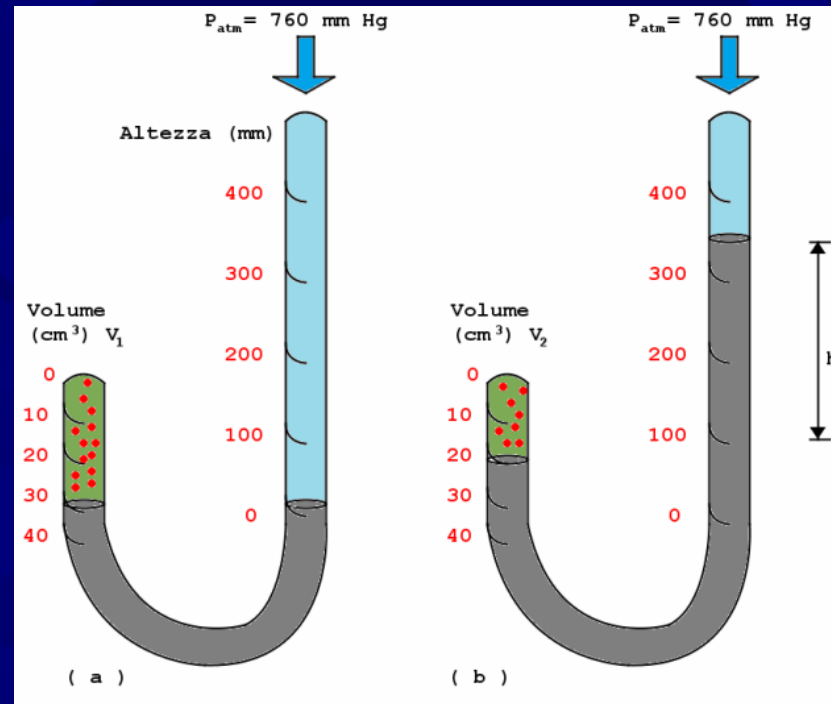
In termodinamica la legge di Boyle e Mariotte afferma che in condizioni di temperatura costante la pressione di un gas perfetto è inversamente proporzionale al suo volume, ovvero che il prodotto della pressione del gas per il volume da esso occupato è costante:

$$P \cdot V = \text{costante}$$



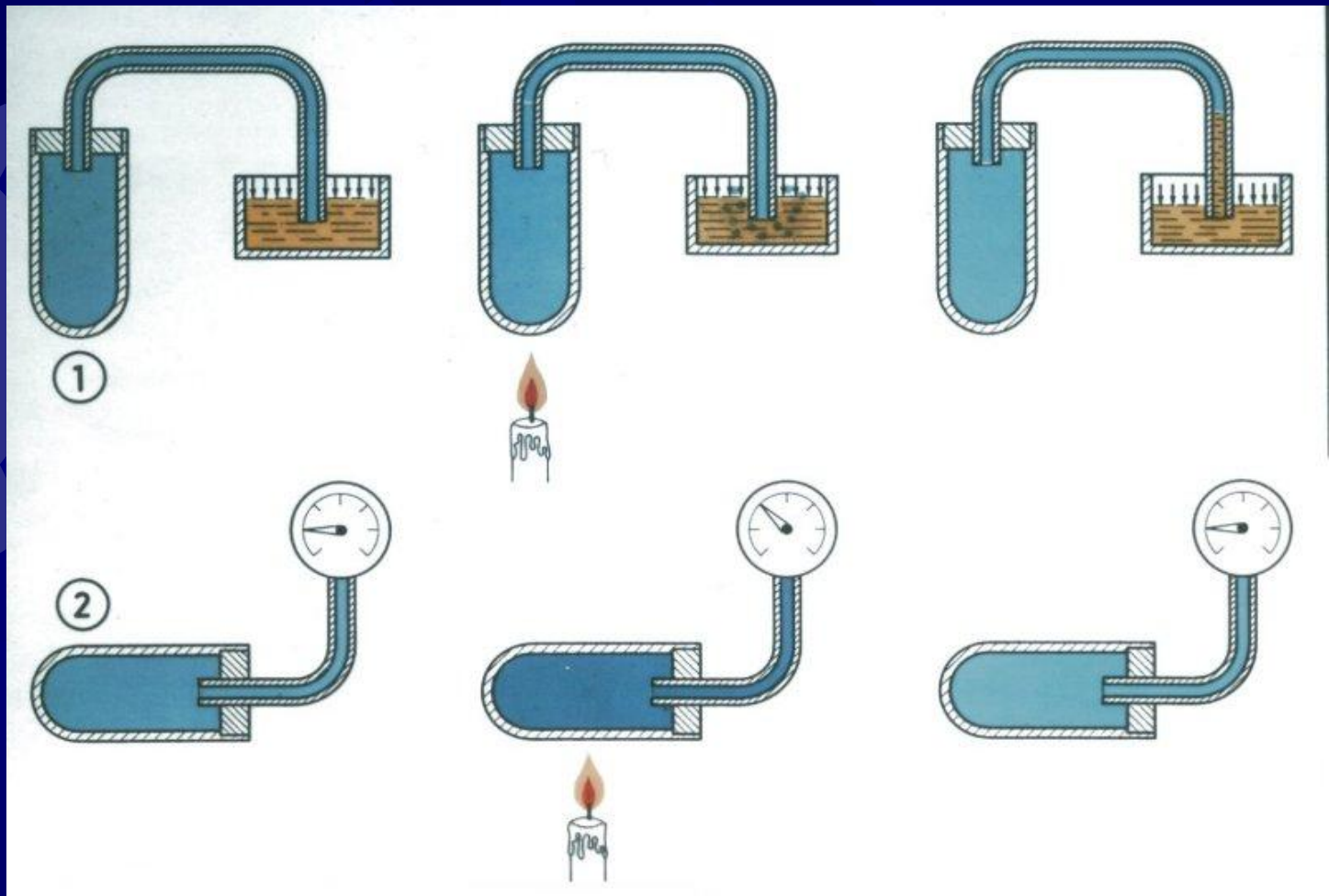
Nel XVII secolo Robert Boyle notò che quando si cerca di comprimere o espandere un gas esso tende a tornare al volume originale, seguendo lo stesso comportamento delle molle di metallo studiato dal collaboratore Robert Hooke. L'apparato di lavoro di Boyle è un tubo a forma di J all'interno del quale l'aria viene intrappolata nel lato chiuso dalla colonna di mercurio:

LEGGE DI BOYLE



(a) Questo raffigurato sopra è il tubo a forma di J dell'esperimento di Boyle. Quando nei due lati le altezze di mercurio sono uguali, la pressione del gas che rimane imprigionato è quella atmosferica pari a 1 atm o 760 mm Hg. (b) Dopo che si aggiunge mercurio, la pressione del gas aumenta di un numero di millimetri di mercurio pari a dislivello h . La compressione induce quindi il gas ad occupare un volume minore.

GLI EFFETTI DELLA TEMPERATURA SUI GAS



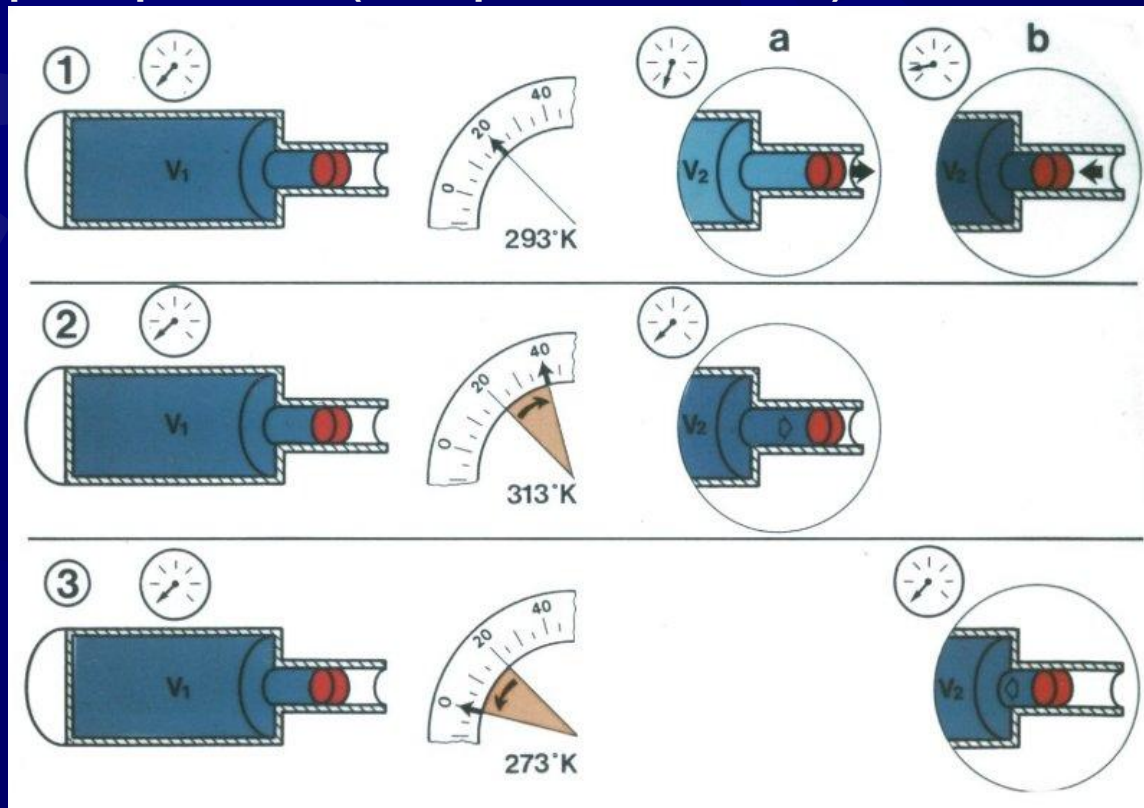
LEGGE DI GAY - LUSSAC

- a **pressione costante** il volume di una determinata quantità di gas è direttamente proporzionale alla temperatura * $V_1:V_2=T_1:T_2$

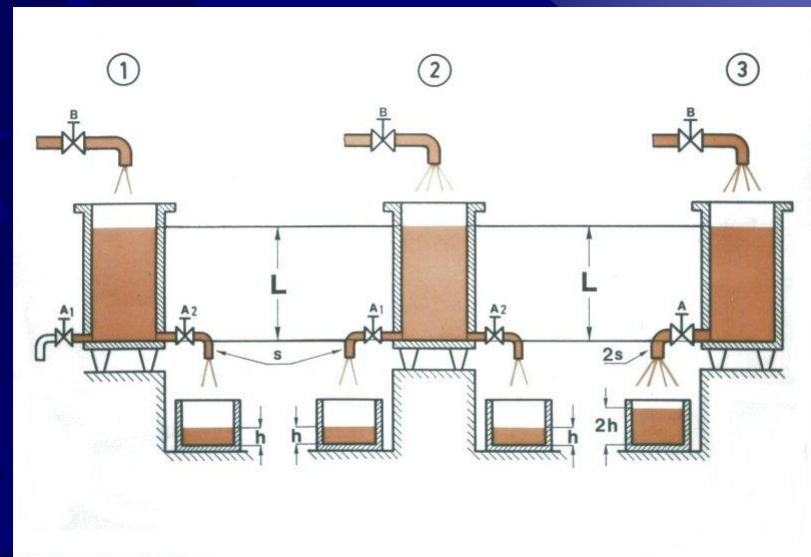
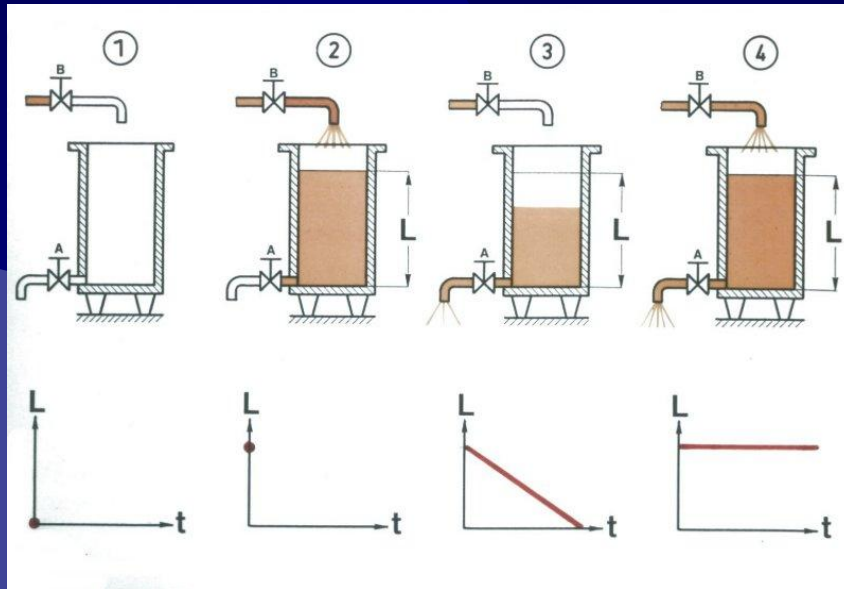
- a **volume costante** la pressione di una determinata quantità di gas è direttamente proporzionale alla temperatura * $P_1:P_2=T_1:T_2$

(* in gradi assoluti Kelvin: $0^{\circ}\text{C}=273^{\circ}\text{K}$)

In base a tutto questo si desume che per riempire ad esempio la camera di un cilindro sono necessari tanti litri d'aria quanti ne contiene la camera stessa moltiplicati per la pressione (a temperatura costante)

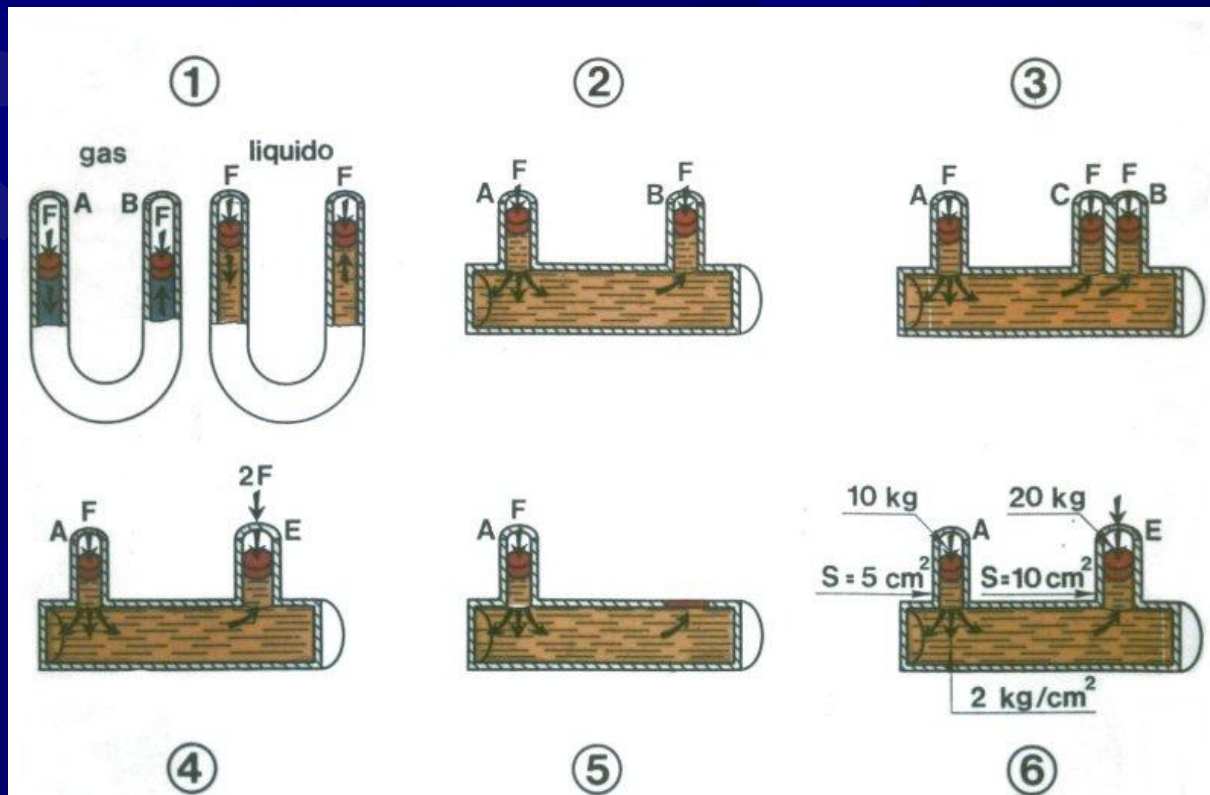


PRESSIONE E PORTATA



PRINCIPIO DI PASCAL

Il principio di Pascal o legge di Pascal è una legge della fisica dei fluidi che stabilisce che quando avviene un aumento nella pressione in un punto di un fluido confinato, tale aumento viene trasmesso anche ad ogni punto del contenitore. La pressione esercitata in un punto qualsiasi di un fluido si trasmette in ogni altro punto del fluido con la stessa intensità, indipendentemente dalla direzione (sempre perpendicolare alla superficie del fluido).

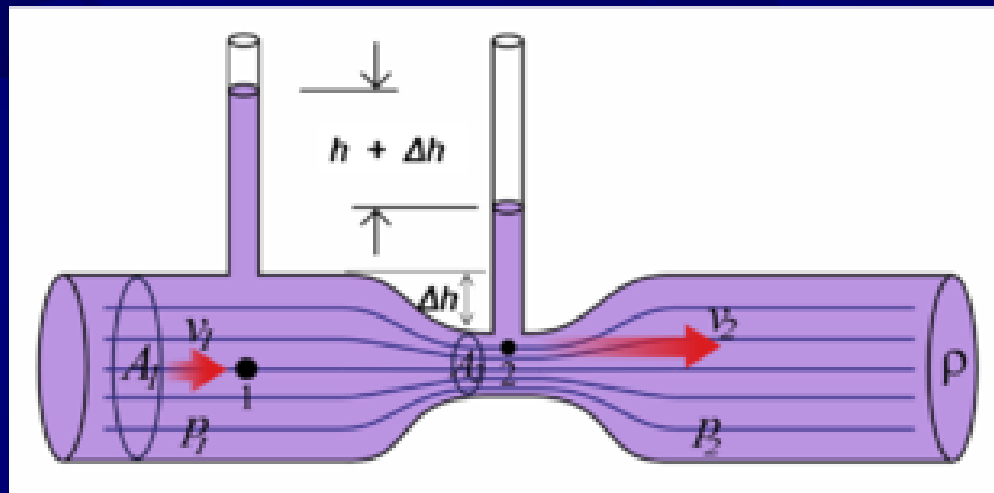


PRINCIPIO DI VENTURI

Se la velocità di un fluido aumenta, la pressione diminuisce. Questo fenomeno è detto effetto Venturi.

Esso si dimostra attraverso l'equazione di continuità e l'equazione di Bernoulli.

Prendiamo infatti un tubo con una strozzatura orizzontale come quello della figura sotto



In "1" - dove la velocità del fluido è minore che in "2" essendo maggiore la sua sezione - si osserva che la pressione è maggiore che in "2".