

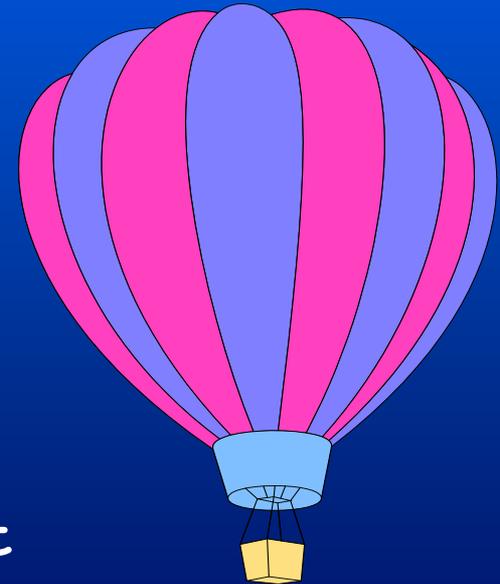


Universita' degli Studi dell'Insubria

Termodinamica Chimica



I Gas Ideali



dario.bressanini@uninsubria.it

<http://scienze-como.uninsubria.it/bressanini>



Proprietà di un Gas

- Può essere compresso facilmente
- Esercita una pressione sul recipiente
- Occupa tutto il volume disponibile
- Non ha forma propria nè volume proprio
- Due gas diffondono facilmente uno nell'altro
- Tutti i gas hanno basse densità
 - aria 0.0013 g/ml
 - acqua 1.00 g/ml
 - ferro 7.9 g/ml



Composizione dell'Atmosfera

Composition of dry air at sea level

Gas	Percentage by Volume	Gas	Percentage by Volume
Nitrogen	78.084	Krypton	0.0001
Oxygen	20.948	Carbon monoxide	0.00001²
Argon	0.934	Xenon	0.00008
Carbon dioxide	0.033¹	Ozone	0.00002²
Neon	0.00182	Ammonia	0.00001
Hydrogen	0.0010	Nitrogen dioxide	0.000001²
Helium	0.00052	Sulfur dioxide	0.0000002²
Methane	0.0002¹		



Le Leggi dei Gas

- Gli Esperimenti mostrano che 4 variabili (di cui solo 3 indipendenti) sono sufficienti a descrivere completamente il comportamento **all'equilibrio** di un gas.

- ▶ **Pressione (P)**
- ▶ **Volume (V)**
- ▶ **Temperatura (T)**
- ▶ **Numero di particelle (n)**

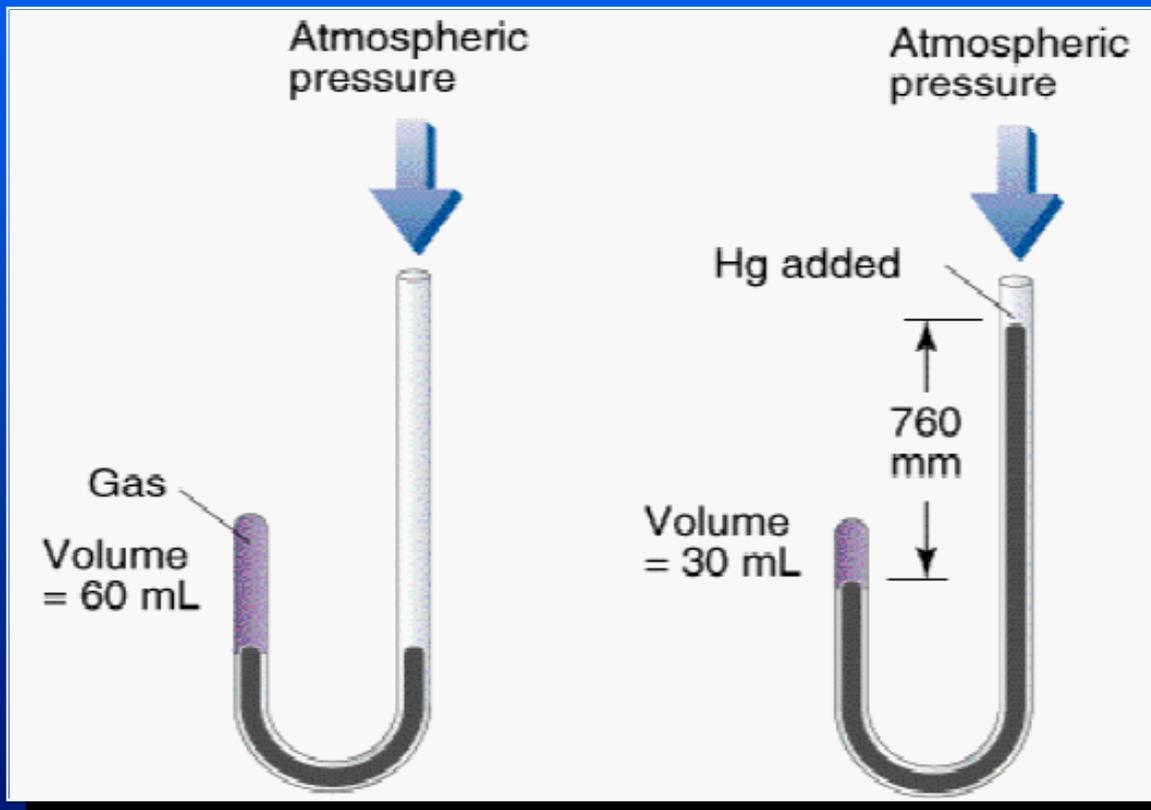
$$p = f(n, V, T)$$

Lo studio dei gas e' un eccellente esempio di metodo scientifico in azione. Illustra come delle osservazioni posso portare a dedurre delle leggi naturali, che a loro volta, possono essere spiegate con dei modelli



La Legge di Boyle

Nel 1662, Robert Boyle scopre che il volume di un gas è inversamente proporzionale alla pressione

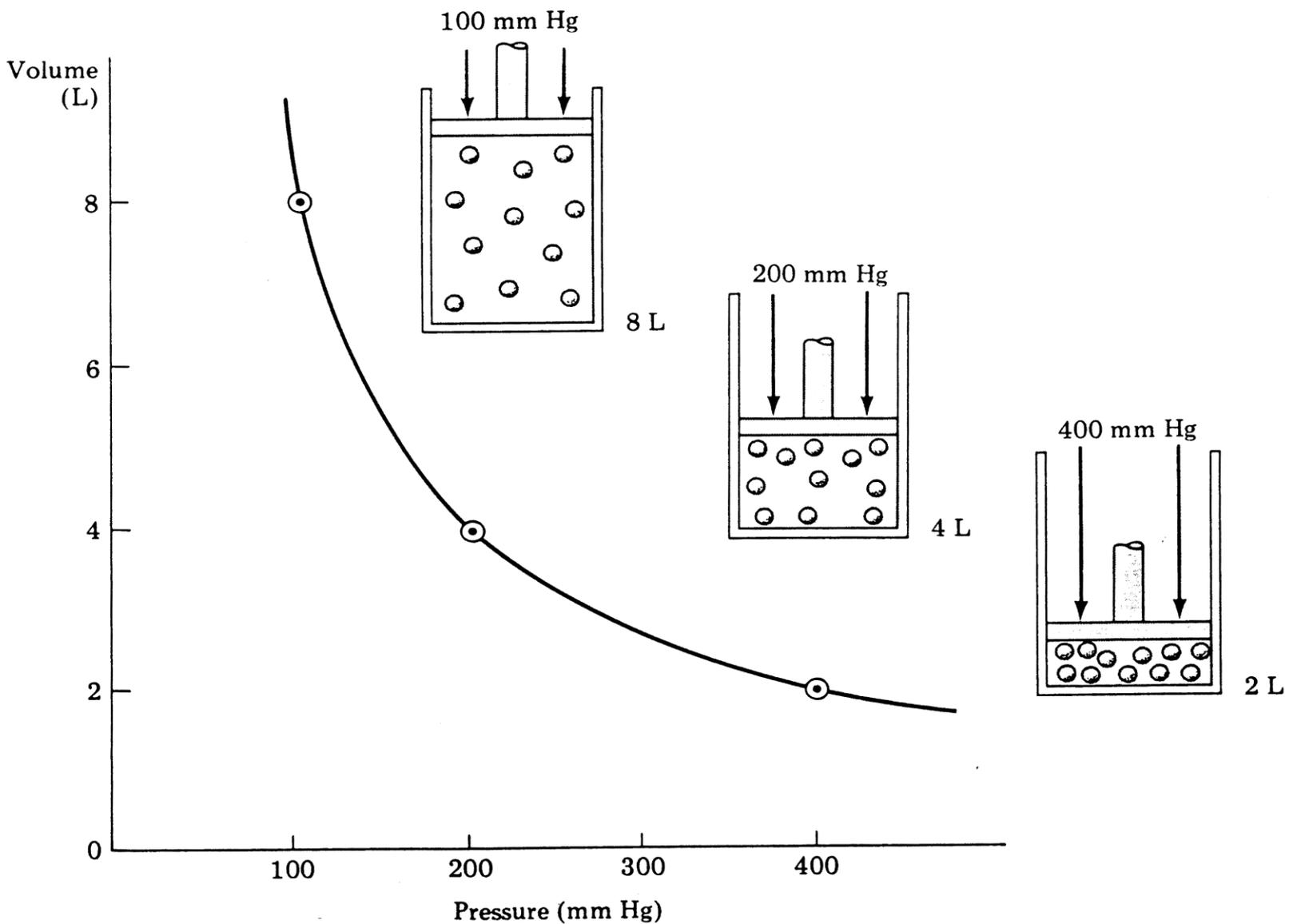


$$V \propto \frac{1}{P}$$

(T, n costanti)



La Legge di Boyle





La Legge di Boyle



- A Temperatura costante
 $pV = \text{costante}$

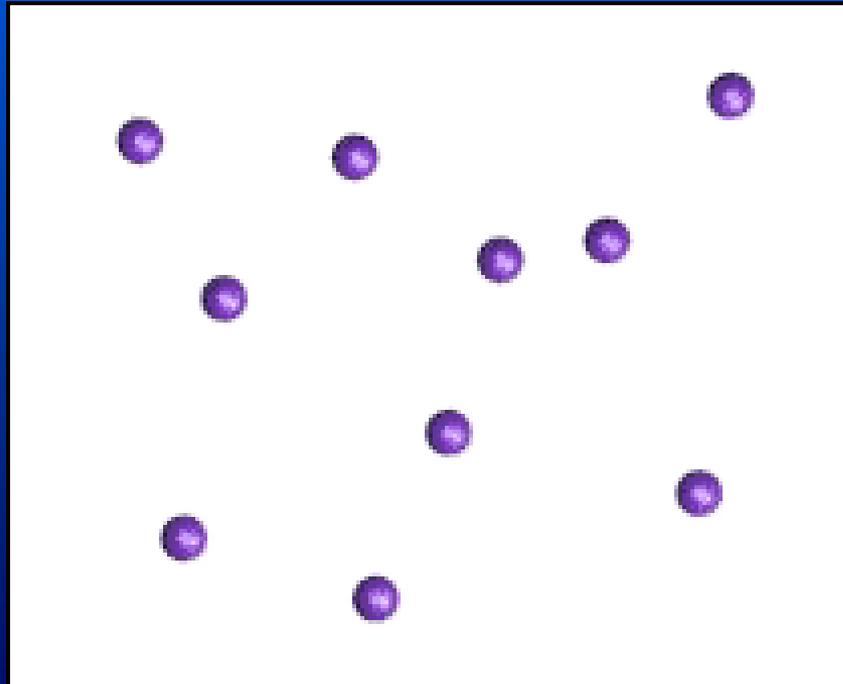
$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

Robert Boyle 1627-1691.
Figlio del Conte di Cork, Irlanda.



Interpretazione Molecolare

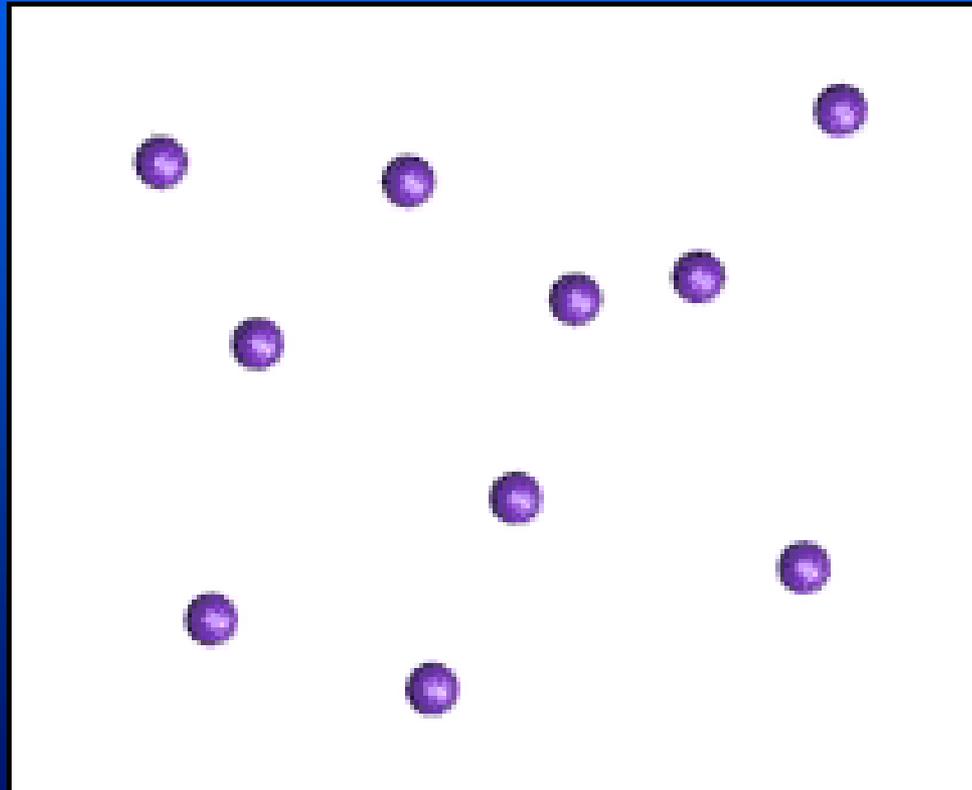
- Se il numero di molecole raddoppia, nell'unità di tempo, vi saranno il doppio degli urti contro la parete, e la pressione raddoppia.
- Se la pressione e' bassa, le molecole sono lontane e non si influenzano, per cui la loro identità è ininfluente





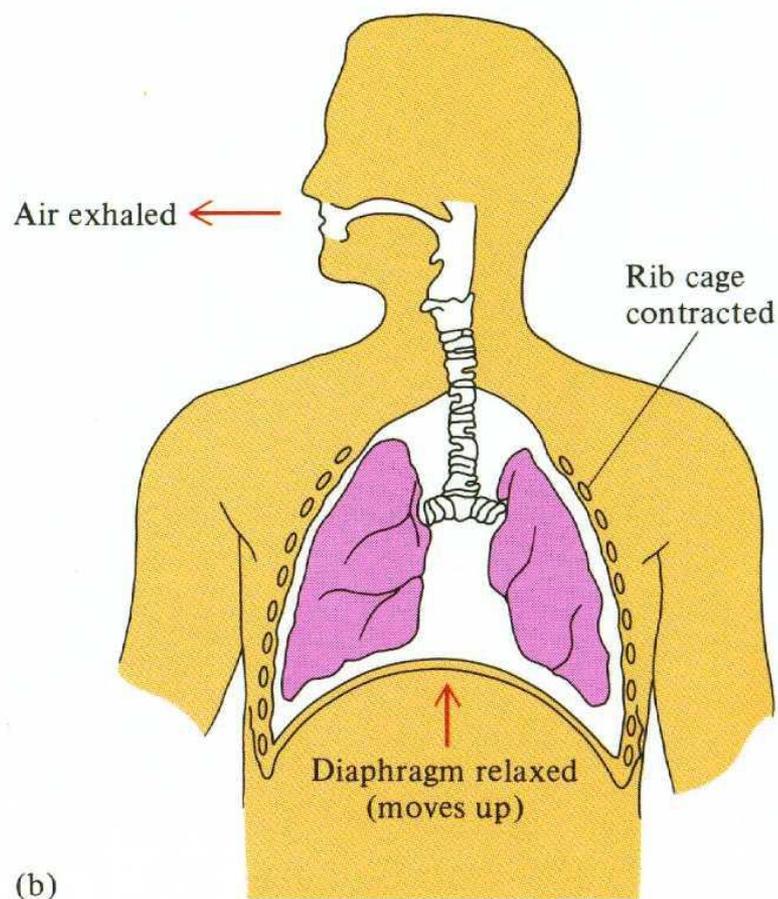
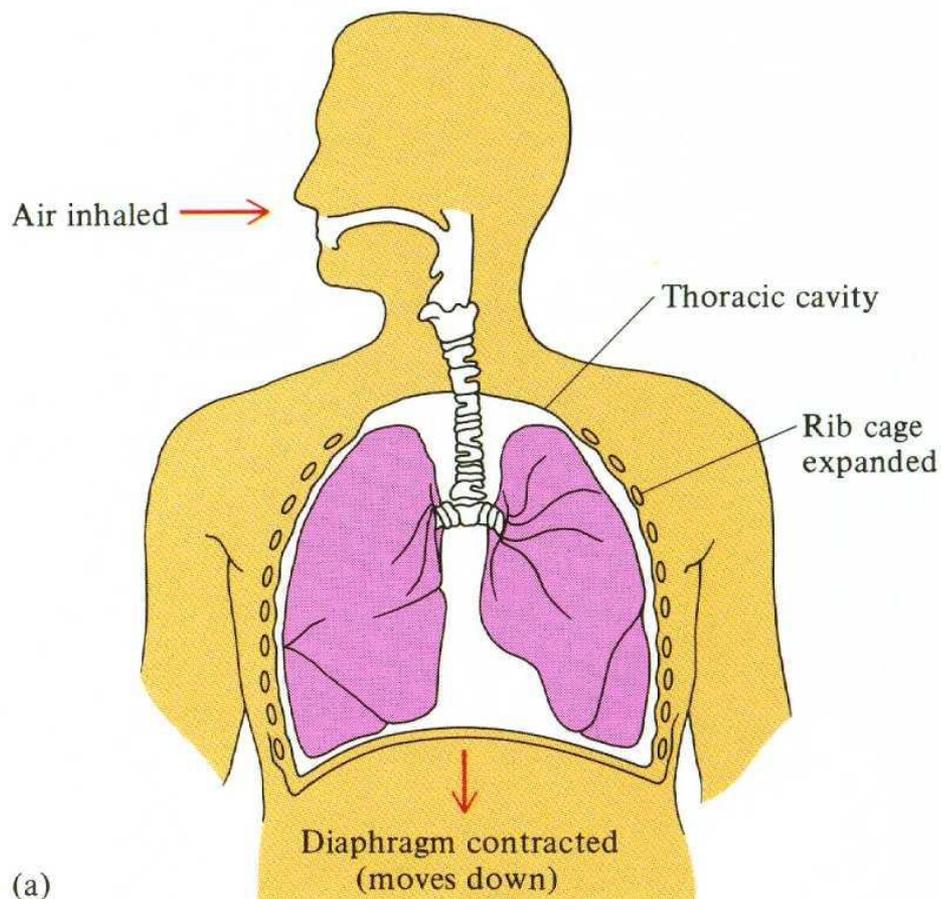
Interpretazione Molecolare

- Se il volume si dimezza, nell'unità di tempo, vi saranno il doppio degli urti contro la parete, e la pressione raddoppia.



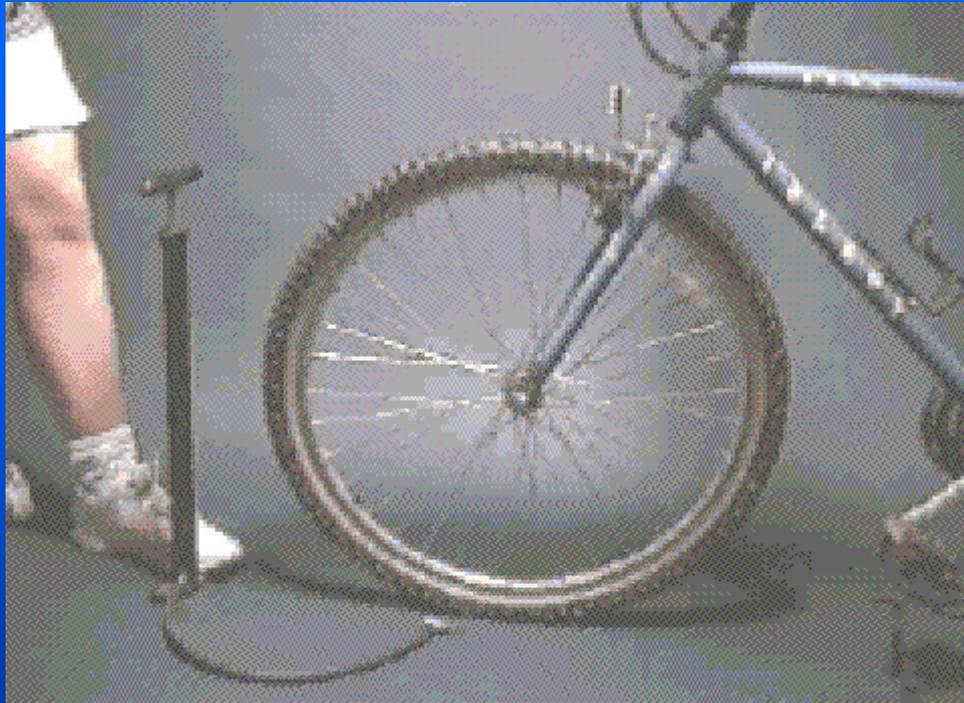


Legge di Boyle e Respirazione





Quiz



Dov'è la Legge di Boyle?





Grafico della Legge di Boyle

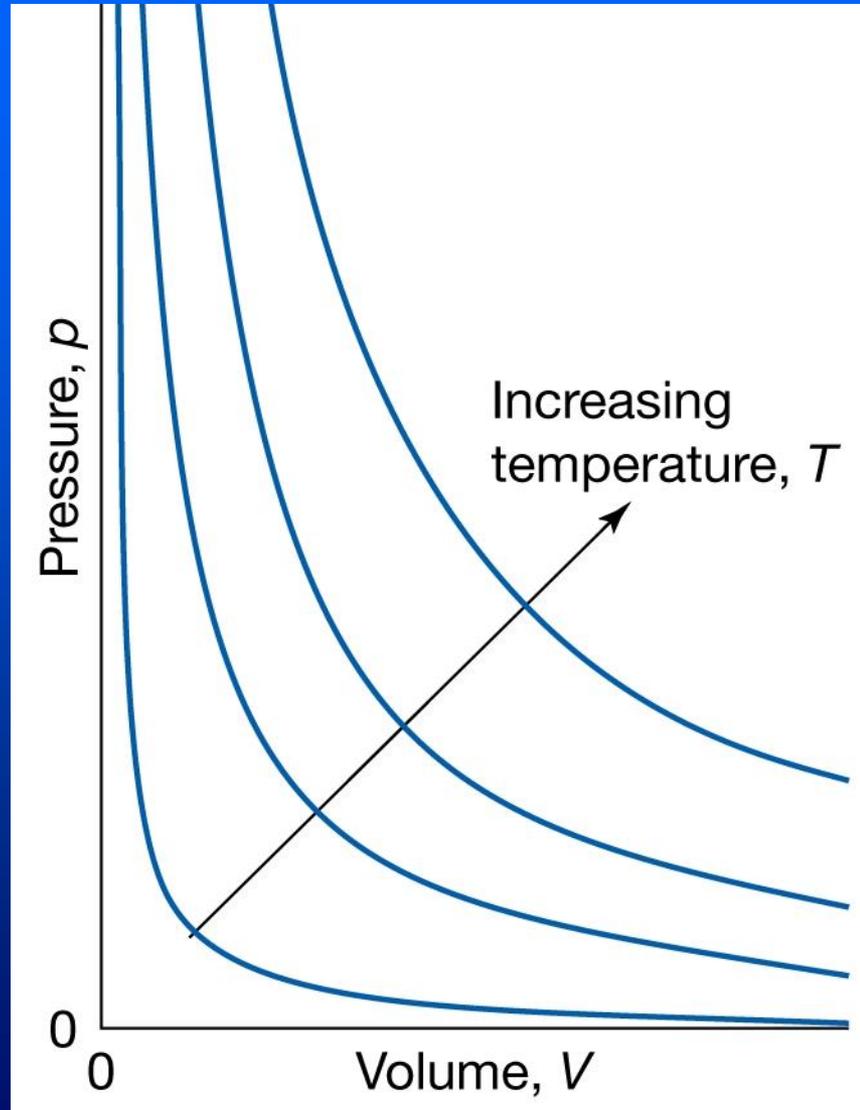
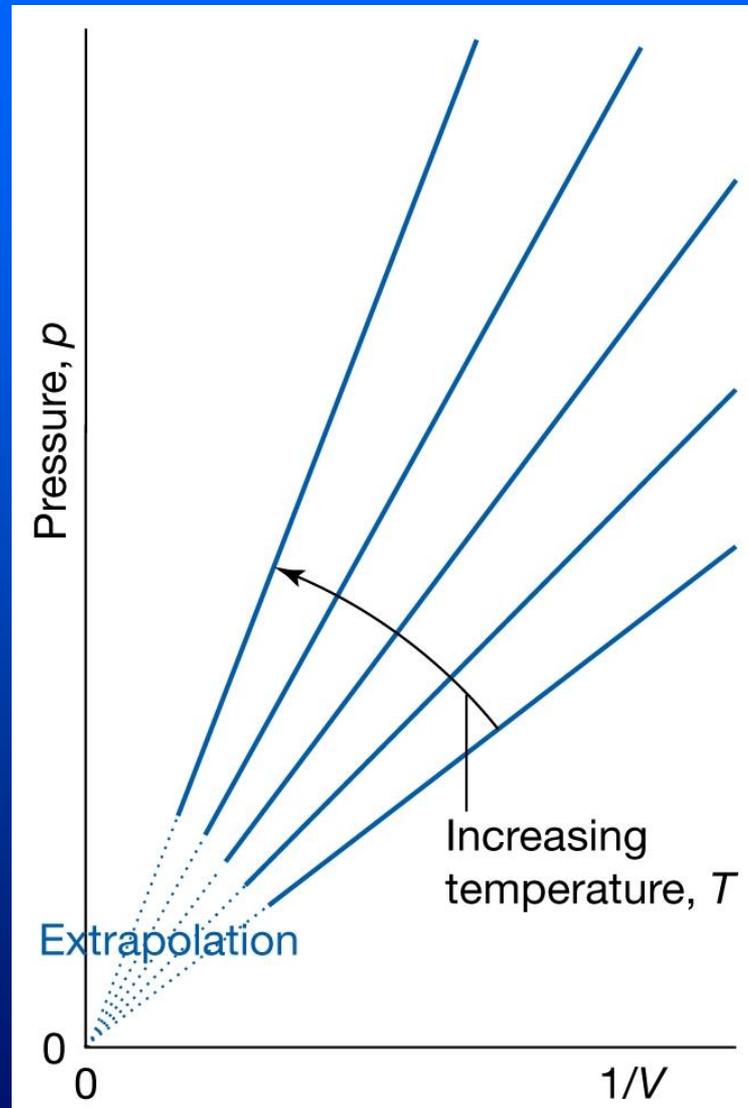




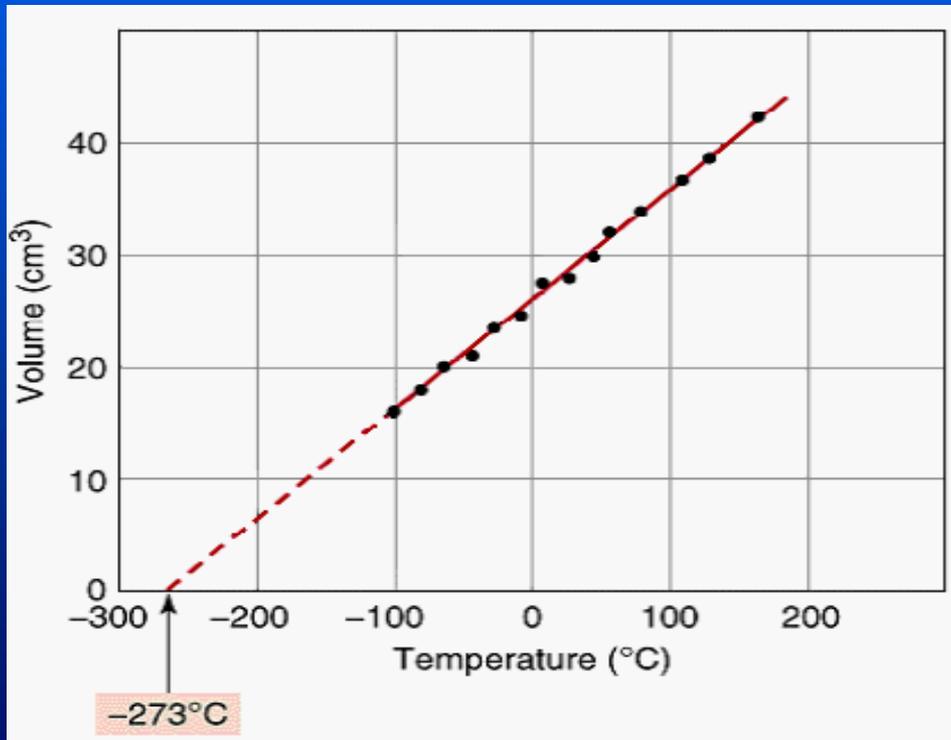
Grafico della Legge di Boyle





Legge di Charles-Gay Lussac

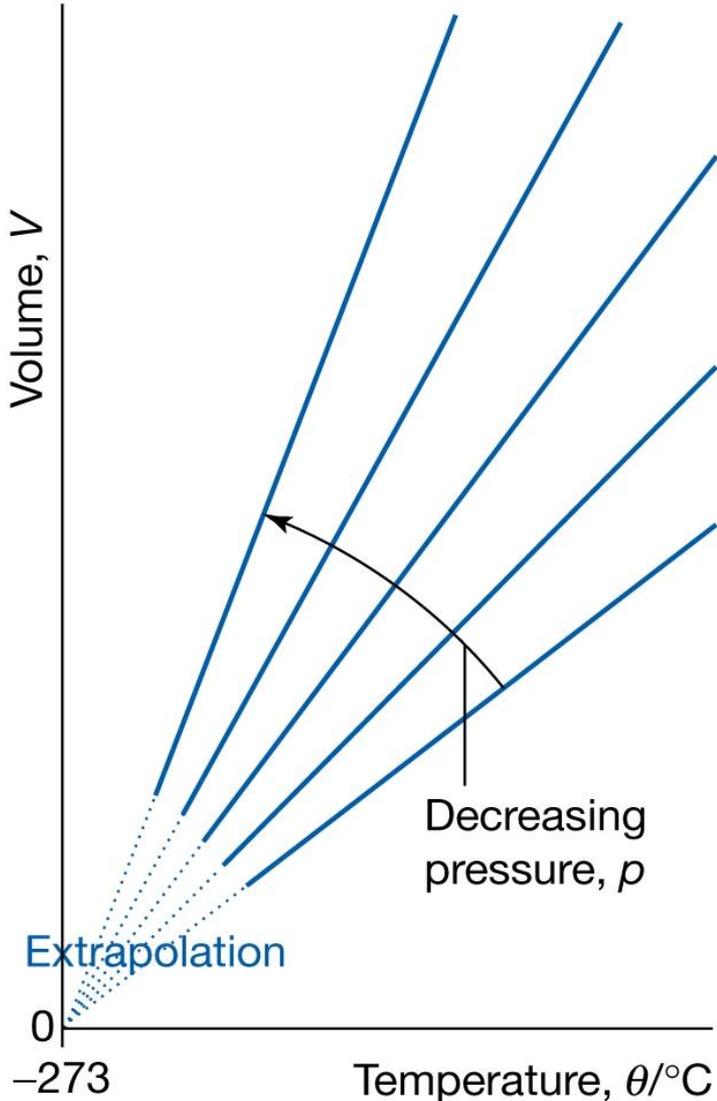
- A Pressione costante V varia linearmente con la temperatura



Jacques Charles 1746-1823
Isolò il Boro
Studiò i gas e i palloni
aerostatici



Legge di Charles-Gay Lussac



- Tutti i grafici predicono un volume nullo per $T = -273.15^\circ\text{C}$

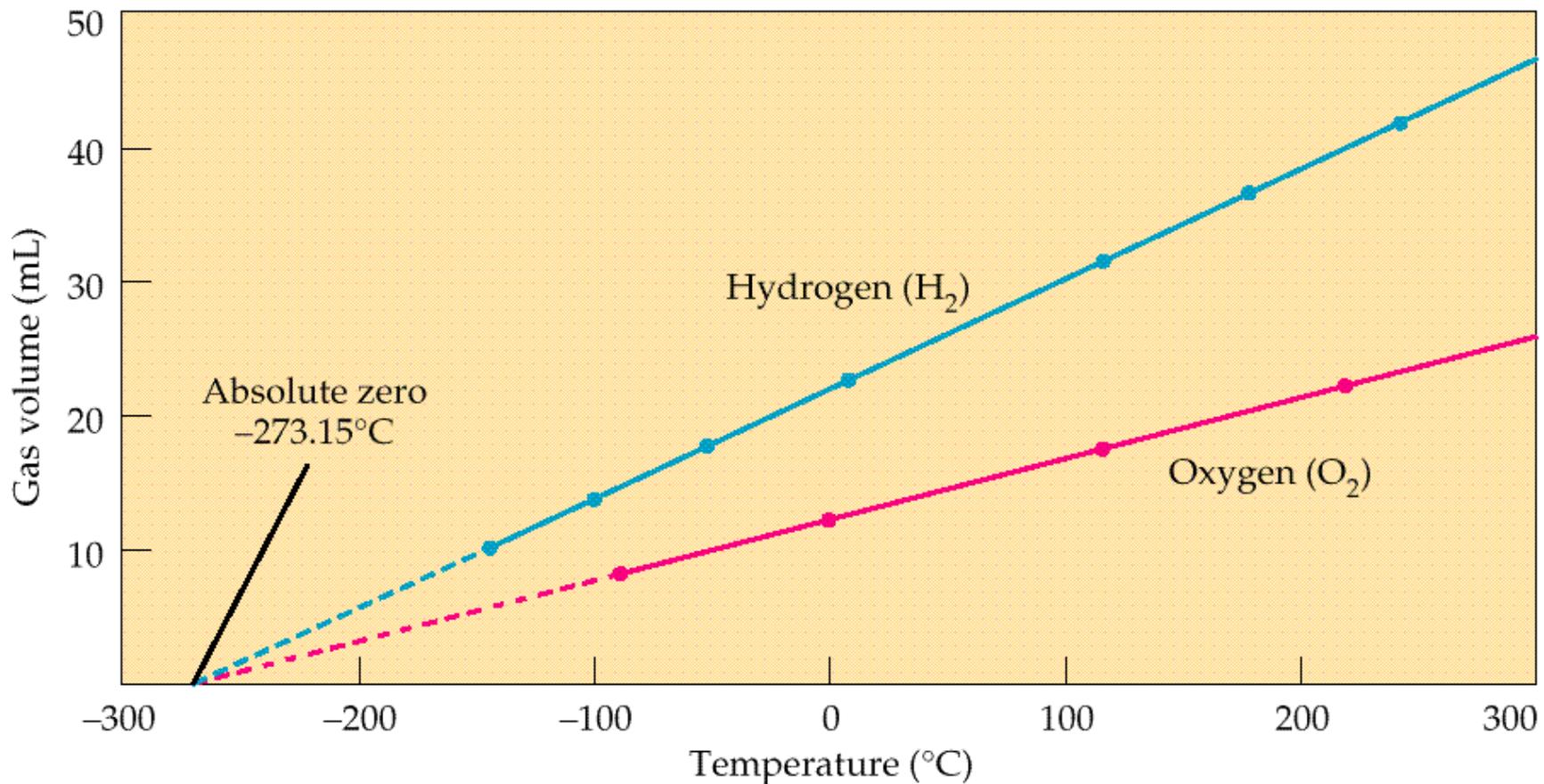
- Usando -273.15 come zero “naturale” delle temperature, la legge diventa $V/T = \text{costante}$

- $-273.15 = \text{Zero Assoluto}$



Legge di Charles-Gay Lussac

- Questo è vero per tutti i gas (... diluiti ovviamente)



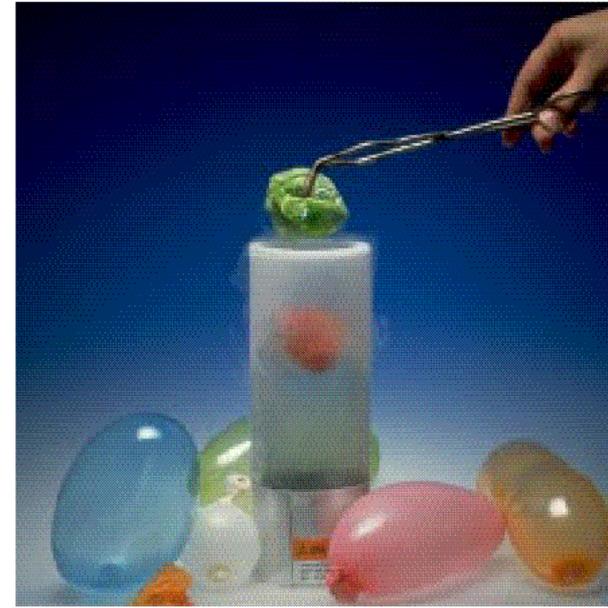
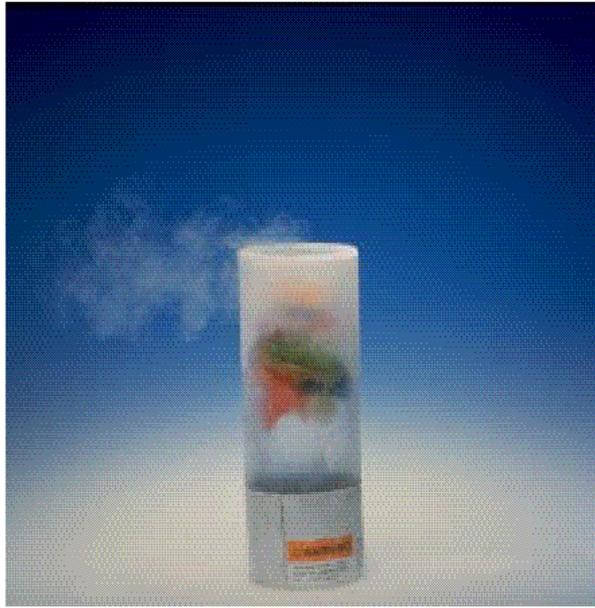
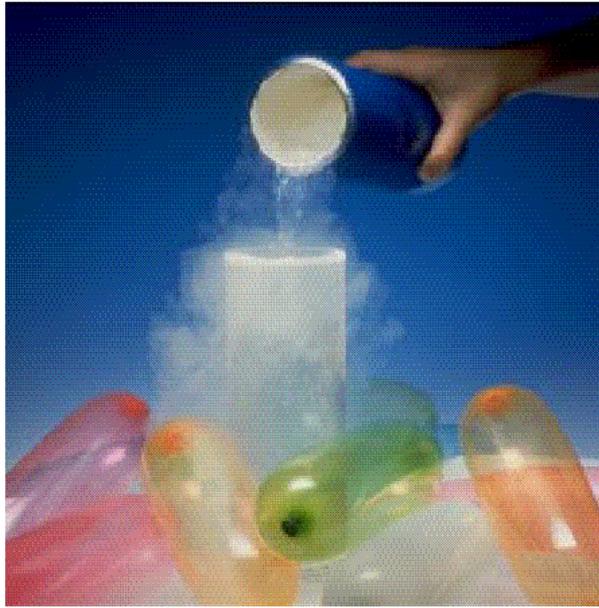


La Scala Kelvin di Temperatura

- Dato che tutti i grafici della legge di Charles-Gay Lussac intersecano l'asse delle temperature a -273.15°C , Lord **Kelvin** propose di usare questo valore come zero di una **scala assoluta di temperatura**: la scala Kelvin.
- 0 Kelvin (**0 K**) è la temperatura dove il volume di un gas ideale è nullo, e cessa ogni movimento molecolare.
- **1 K = 1 °C**



La Legge di Charles



I palloncini, messi in azoto liquido a 77 K diminuiscono il loro volume. A temperatura ambiente, gradualmente riprendono il loro volume.



La Legge di Charles





La Legge di Charles





Legge di Avogadro

Il volume di un gas, a temperatura e pressione costanti, è direttamente proporzionale al numero di moli del gas.



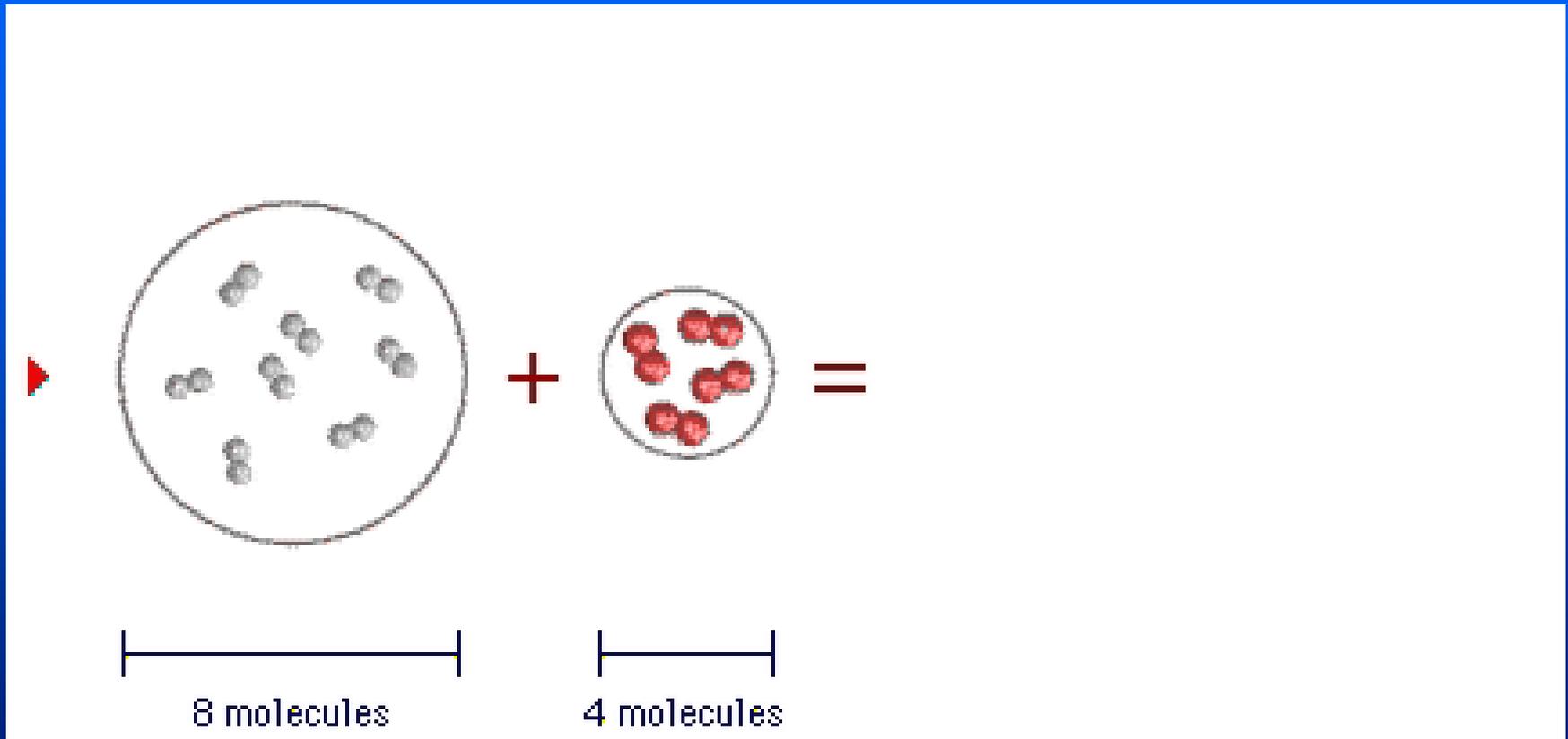
$$V \propto n \quad (T, p \text{ costanti})$$

Amedeo Avogadro 1811

Uguali volumi di gas alla stessa temperatura e pressione, contengono un egual numero di molecole. Il volume molare è lo stesso.



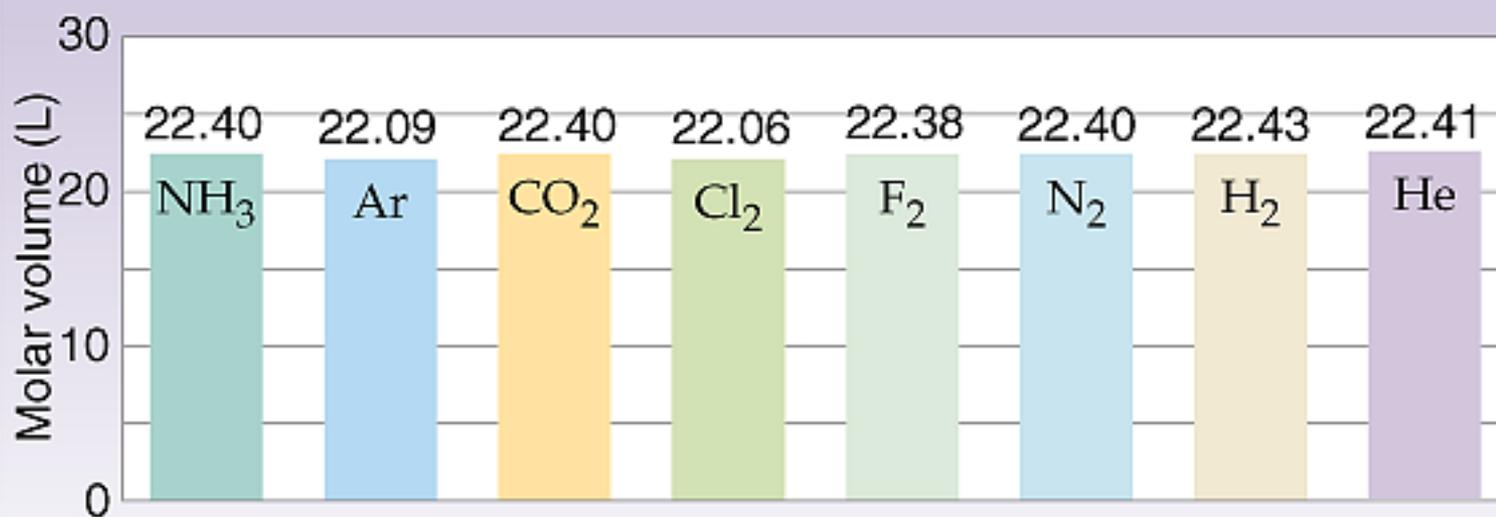
Legge di avogadro





Volumi Molari

TABLE 9.4 Standard Molar Volumes of Some Real Gases





Equazione di Stato dei Gas Ideali

■ Riassumiamo

- $V \propto 1/P$; legge di Boyle
- $V \propto T$; legge di Charles – Gay Lussac
- $V \propto n$; legge di Avogadro

■ Possiamo combinare queste relazioni ed ottenere una unica legge:

$$V \propto nT/p \Rightarrow$$

$$pV = nRT$$

R = Costante universale dei Gas



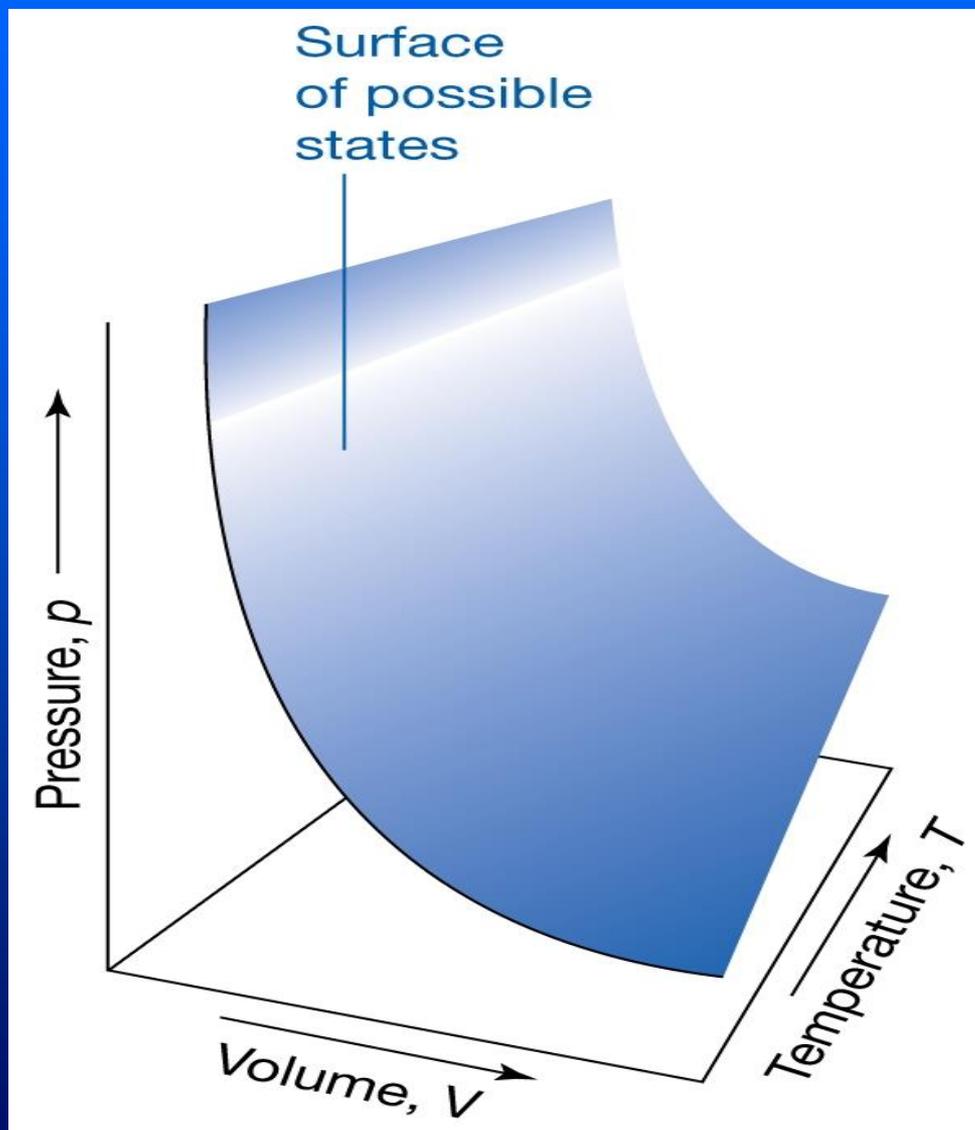
$$pV = nRT$$

ATTENZIONE!!

Le Temperature **DEVONO**
ESSERE ESPRESSE IN KELVIN!!



$$pV = nRT$$





Quiz



Cosa Succede al Pneumatico?





Modello del Gas Ideale

1. Le molecole che compongono il gas ideale vengono considerate puntiformi
2. Le molecole non interagiscono fra loro

Cos'è un Gas Ideale?

È un Gas che obbedisce alla equazione di stato dei gas Ideali



Modello del Gas Ideale

- E' uno dei rarissimi casi in cui l'equazione di stato e' conosciuta analiticamente
- E' utile in pratica, come approssimazione di gas reali
- E' utile teoricamente per sviluppare teorie piu' sofisticate
- Moltissimi sistemi (ad esempio il Sole) sono in prima approssimazione, dei gas ideali



La Costante dei Gas R

$$R = 8.314 \text{ J / mol K} = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$R = 0.08206 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$R = 62.36 \text{ torr L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$



Condizioni Standard

- Condizioni Ambientali Standard di Temperatura e Pressione (SATP)
 - Temperatura: $25\text{ }^{\circ}\text{C} = 298.15\text{ K}$
 - Pressione: 1 bar
 - Il volume molare di un gas e' $V_m = 24.79\text{ L}$
- Condizioni Normali (o vecchie STP, non piu' usate)
 - Temperatura: $0\text{ }^{\circ}\text{C} = 273.15\text{ K}$
 - Pressione: 1 atm
 - Il volume molare di un gas ideale e' $V_m = 22.41\text{ L}$



$$pV = nRT$$

IDEAL GAS LAW

$$PV = nRT \quad \text{or} \quad V = \frac{nRT}{P}$$

fixed
 n and T

Boyle's law

$$V = \frac{\text{constant}}{P}$$

fixed
 n and P

Charles's law

$$V = \text{constant} \times T$$

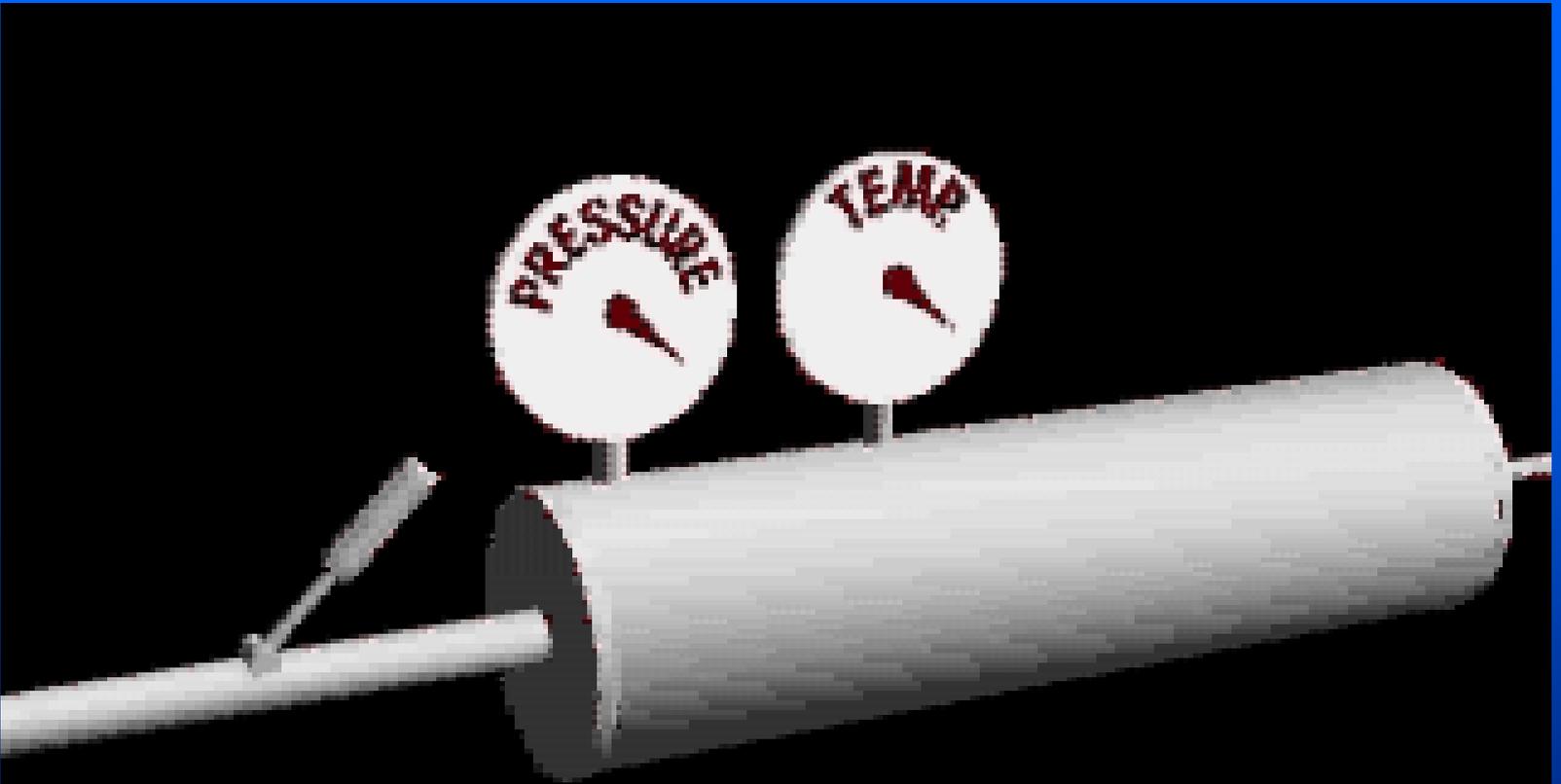
fixed
 P and T

Avogadro's law

$$V = \text{constant} \times n$$



$$pV = nRT$$





Airbag





$pV = nRT$ in azione



- Negli Airbag il gas viene generato dalla decomposizione della Sodio Azide:





Airbag

Calcolare il volume di Azoto generato a 21 °C e 823 mm Hg dalla decomposizione di 60.0 g di NaN_3 .



$$\bullet \quad \text{mol NaN}_3 = 60.0 \text{ g NaN}_3 / 65.02 \text{ g NaN}_3 / \text{mol} = 0.9228 \text{ mol NaN}_3$$

$$\bullet \quad \text{mol N}_2 = 0.9228 \text{ mol NaN}_3 \times 3 \text{ mol N}_2 / 2 \text{ mol NaN}_3 = 1.38 \text{ mol N}_2$$

$$V = nRT/P$$

$$\frac{(1.38 \text{ mol}) (0.08206 \text{ L atm} / \text{mol K}) (294 \text{ K})}{(823 \text{ mm Hg} / 760 \text{ mmHg} / \text{atm})} = 30.8 \text{ litri}$$