

# I GAS PERFETTI

# GAS

Forze di legame intermolecolari ridotte

Stato altamente disordinato

## Principali caratteristiche:

- Bassa viscosità
- Assenza di volume e forma propri
- Comprimibilità
- Miscibilità
- Pressione: esercitano una forza sulla superficie

Lo stato di un gas è caratterizzato da 4 variabili

- P: pressione
- V: volume
- T: temperatura
- n: n. di moli

Variabili di stato

$$P V = n R T$$

EQUAZIONE DI STATO DEI GAS PERFETTI

Una mole di un qualsiasi gas nelle stesse condizioni di T e P (P e T costanti) occupa lo stesso volume

$P = 1\text{atm}$      $T = 0^\circ\text{C} = 273.15\text{ K}$  (condizioni normali: c.n.)

$V_m$  (volume molare) =  $22.414\text{ dm}^3/\text{mol}$

R = costante dei gas perfetti

# GAS PERFETTI

## Modello

1. Molecole puntiformi
2. Assenza di interazioni intermolecolari
3. Urti perfettamente elastici

GAS REALI: assimilabili a gas perfetti a P bassa e T elevata

## Unità di MISURA

### PRESSIONE:

SI: Pascal ( $1\text{Pa} = 1\text{N/m}^2$  )

atmosfera:  $1\text{atm}$  = pressione esercitata da una colonna di Hg ( $\delta = 13,6 \text{ g/cm}^3$ ) alta 760 mmHg a livello del mare e a  $T = 0^\circ\text{C}$

1torr: pressione esercitata da 1mmHg nelle stesse condizioni

$$1\text{atm} = 760 \text{ mmHg} = 760 \text{ torr}$$

$$1\text{atm} = 101.3 \text{ kPa} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ bar} = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ atm} = 1.013 \text{ bar}$$

### VOLUME:

SI: metro cubo ( $\text{m}^3$ )

$\text{dm}^3$        $\text{cm}^3$        $\text{mm}^3$

L            mL             $\mu\text{L}$

## TEMPERATURA:

Scala assoluta: scala Kelvin (K)

Scala relativa: scala Celsius (°C)

### Scala Celsius:

0°C: t di fusione del ghiaccio

100°C: t di ebollizione di acqua pura

### Scala Kelvin:

0 K = temperatura più bassa teoricamente raggiungibile:  
ZERO ASSOLUTO

0 K = - 273.15°C

$$T(K) = t(^{\circ}C) + 273.15$$

## R = costante dei gas perfetti

A seconda delle unità di misura della pressione e del volume

$$R = PV/nT$$

$$R = (1\text{atm} \times 22,414\text{dm}^3)/(1\text{mol} \times 273.15\text{K}) =$$

$$= 0,0821 \text{ atm dm}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$R = PV/nT$$

$$R = (1.013 \times 10^5 \text{Pa} \times 22,414 \times 10^{-3} \text{m}^3)/(1\text{mol} \times 273.15\text{K}) =$$

$$= 8,314 \text{ Pa m}^3 \text{ K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$1\text{Pa m}^3 = \text{N/m}^2 \text{ m}^3 = 1\text{N m} = 1\text{J}$$

$$1\text{cal} = 4,18 \text{ J}$$

$$R = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$R = 1,98 \text{ cal K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$PV = nRT$$

Se un gas subisce una trasformazione:

Stadio 1:  $P_1V_1 = n_1RT_1$

Stadio 2:  $P_2V_2 = n_2RT_2$

se  $n_1 = n_2$

$$P_1V_1/T_1 = P_2V_2/T_2$$



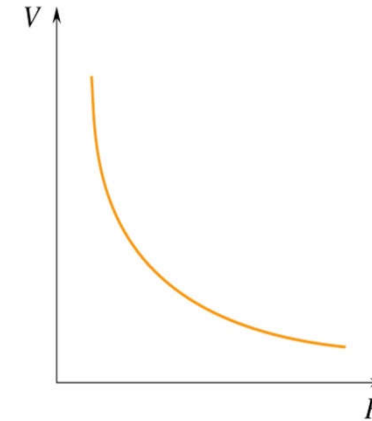
Legge delle trasformazioni isoterme ( $T=C$ ):

### LEGGE di BOYLE

$T = \text{costante}$  (isoterme)  $V = C / P$

$C = \text{dipende da } T \text{ e dalla massa del gas}$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$



Legge delle trasformazioni isobare ( $P=Cost$ ) e isocore ( $V=Cost$ ):

### LEGGI di CHARLES e GAY-LUSSAC

a) isobare

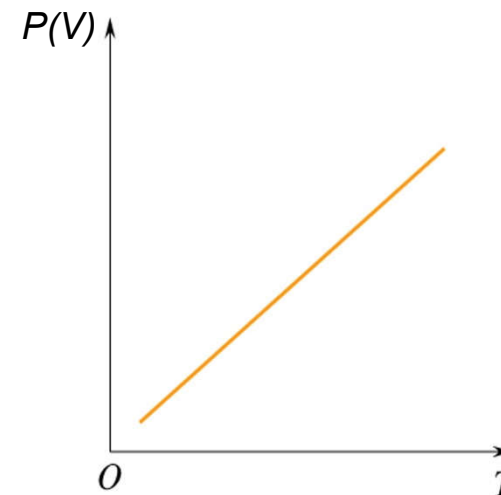
$P = \text{costante}$   $V_1/T_1 = V_2/T_2$

$V = C' T$

b) isocore

$V = \text{costante}$   $P_1/T_1 = P_2/T_2$

$P = C'' T$



# LEGGE di AVOGADRO

Volumi uguali di gas diversi nelle stesse condizioni di P e T contengono lo stesso numero di particelle

$$\text{Gas A: } P_A V_A = n_A R T_A$$

$$\text{Gas B: } P_B V_B = n_B R T_B$$

$$\text{se } P_A = P_B \text{ e } T_A = T_B$$



$$V_A / V_B = n_A / n_B = 1$$



$$n_A = n_B$$

# MISCELE di GAS

## LEGGE di DALTON

La pressione totale di una miscela di gas è uguale alla somma delle pressioni parziali dei singoli componenti

Pressione parziale: pressione che un singolo componente eserciterebbe se occupasse l'intero volume

$$P_{\text{tot}} = P_A + P_B + \dots = \sum P_i$$

$$P_A = n_A(RT/V_{\text{tot}}) \quad P_B = n_B(RT/V_{\text{tot}})$$

$$P_{\text{tot}} = n_A(RT/V_{\text{tot}}) + n_B(RT/V_{\text{tot}}) + \dots$$

$$P_{\text{tot}} = (n_A + n_B + \dots) RT/V_{\text{tot}}$$

$$P_{\text{tot}} = n_{\text{tot}} RT/V_{\text{tot}}$$

## LEGGE di AMAGAT

Il volume totale di una miscela gassosa è uguale alla somma dei volumi parziali dei singoli componenti

Volume parziale: volume che un componente occuperebbe se fosse soggetto alla pressione totale della miscela

$$V_{\text{tot}} = V_A + V_B + \dots = \sum V_i$$

$$V_A = n_A(RT/P_{\text{tot}}) \quad V_B = n_B(RT/P_{\text{tot}})$$

$$V_{\text{tot}} = n_A(RT/P_{\text{tot}}) + n_B(RT/P_{\text{tot}}) + \dots$$

$$V_{\text{tot}} = (n_A + n_B + \dots)RT/P_{\text{tot}}$$

$$V_{\text{tot}} = n_{\text{tot}}(RT/P_{\text{tot}})$$

## FRAZIONE MOLARE

$$V_{\text{tot}} = n_{\text{tot}}(RT/P_{\text{tot}})$$

$$V_A = n_A(RT/P_{\text{tot}})$$

$$P_{\text{tot}} = n_{\text{tot}}(RT/V_{\text{tot}})$$

$$P_A = n_A(RT/V_{\text{tot}})$$

- $P_A/P_{\text{tot}} = n_A/n_{\text{tot}}$

$$n_A/n_{\text{tot}} = \chi_A$$

$$P_A/P_{\text{tot}} = \chi_A$$

$$P_A = \chi_A P_{\text{tot}}$$

- $V_A/V_{\text{tot}} = n_A/n_{\text{tot}}$

$$n_A/n_{\text{tot}} = \chi_A$$

$$V_A/V_{\text{tot}} = \chi_A$$

$$V_A = \chi_A V_{\text{tot}}$$

$$P_A/P_{\text{tot}} = V_A/V_{\text{tot}}$$

# DISSOCIAZIONE GASSOSA

Grado di dissociazione:  $\alpha = n_{\text{diss}}/n_{\text{iniz}}$

$$n_{\text{tot}} = n - n \alpha + v n \alpha$$

**v**: numero di moli che si sono originate in seguito alla dissociazione

$$n_{\text{tot}} = n [1 + \alpha(v-1)]$$

$i = [1 + \alpha(v-1)]$ : coefficiente di Van't Hoff

Fattore che moltiplicato per il numero di moli di sostanza inizialmente presente nel sistema, consente di calcolare il numero totale di moli di una miscela gassosa in seguito alla dissociazione gassosa

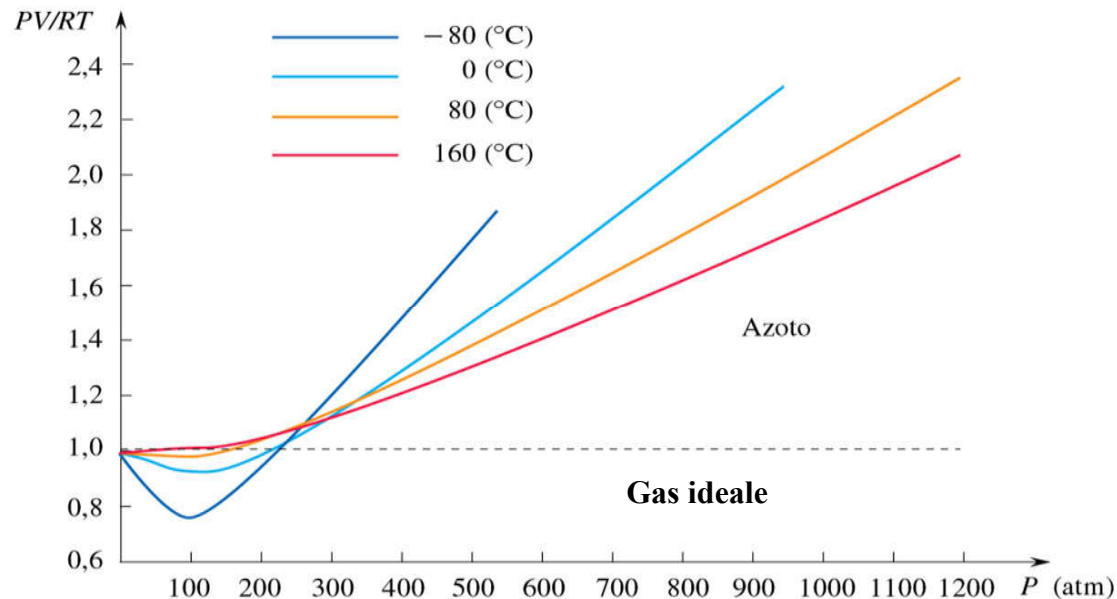
$$PV = niRT$$

$$PV = n[1 + \alpha(v-1)] RT$$

# GAS REALI

In alcune condizioni la maggior parte dei gas hanno  $P$  e/o  $V$  che non possono essere accuratamente calcolati con le leggi dei gas ideali. Per un gas ideale il rapporto  $PV/nRT$  in funzione della  $P$  dovrebbe essere *costante ed uguale a 1*.

Il comportamento non ideale di un gas è più significativo a  **$P$  elevate e/o a  $T$  basse**, cioè in condizioni prossime a quelle della liquefazione del gas stesso.



## EQUAZIONE di van der WAALS

$$P_{\text{ideale}} = P_{\text{osserv}} + a \left( \frac{n^2}{V_{\text{osserv}}^2} \right)$$

$$V_{\text{ideale}} = V_{\text{osserv}} - nb$$

$b$  = volume di ingombro = covolume

$$[P + a \left( \frac{n^2}{V^2} \right)](V - nb) = nRT$$

Tabella 6.1 Costanti di Van der Waals e valori critici per alcuni gas

Gas	$a$ (atm L <sup>2</sup> mol <sup>-2</sup> )	$b$ (L mol <sup>-1</sup> )
He	0,034	0,0237
Ne	0,211	0,0171
Ar	1,345	0,0322
Kr	2,318	0,0398
H <sub>2</sub>	0,244	0,0266
N <sub>2</sub>	1,390	0,0391
O <sub>2</sub>	1,360	0,0318
CO <sub>2</sub>	3,600	0,0430
Cl <sub>2</sub>	6,490	0,0560
H <sub>2</sub> O	5,464	0,0305
NH <sub>3</sub>	4,170	0,0371
CH <sub>4</sub>	2,253	0,0418



## Calcoli stechiometrici sui gas

1. Si calcoli il volume occupato da 0.355 moli di  $\text{SO}_2$  rispettivamente a  $1.00 \times 10^5$  Pa e  $25^\circ\text{C}$  e alle condizioni normali.
2. Una certa quantità di He si trova in un recipiente di  $1.50 \times 10^{-2}$  m<sup>3</sup> alla temperatura di 293 K e alla pressione di 1.01 bar. La temperatura è portata a 673 K e il volume ridotto a  $1.50 \times 10^{-3}$  m<sup>3</sup>. Calcolare la pressione dell'He in queste condizioni.
3. Occupano un volume maggiore (nelle stesse condizioni di T e P) 5.00 g di He o 5.00 g di Ar? In quale rapporto stanno i loro volumi?
4. Una bombola di 80.0 dm<sup>3</sup> contiene 5.60 kg di  $\text{CH}_4$ . La pressione massima che la bombola può sopportare è 150 bar (limite di sicurezza). Calcolare la temperatura massima che può raggiungere la bombola in condizioni di sicurezza.
5. 1.00 g di Zn impuro sono attaccati con un eccesso di acido cloridrico diluito. Il volume di  $\text{H}_2$  che si svolge dalla reazione è 304 cm<sup>3</sup> (misurato alle condizioni normali). Si calcoli il grado di purezza del campione di Zn; le impurezze non sono attaccate dall'acido.
6. Un campione di una lega di ottone (Cu-Zn) è analizzato come segue: 1.00 g della lega è attaccato con una soluzione di HCl e il gas sviluppato nella reazione, misurato a 750 mmHg e a  $25^\circ\text{C}$ , occupa il volume di 0.121 dm<sup>3</sup>. Calcolare la composizione percentuale della lega.
7. 1.500 g di un composto la cui formula è  $\text{NH}_4\text{XO}_4$  sono sciolti in acqua; la soluzione trattata con un eccesso di  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  è scaldata fino a completo sviluppo di  $\text{NH}_3$ . L'ammoniaca raccolta occupa il volume di 0.312 dm<sup>3</sup> a 298 K e 1.017 bar. Si calcoli il PA dell'elemento incognito X.

8. Il nitrato di Pb per riscaldamento si decompone secondo la reazione:



Si calcoli il volume totale occupato a 25°C e a 1.00 atm dai due gas quando 1.52 g del sale di Pb sono decomposti per riscaldamento.

9. 1.50 g di CO<sub>2</sub> e 1.50 g di O<sub>2</sub> sono posti in un recipiente il cui volume è 150 dm<sup>3</sup> e la T è portata a 723 K. Calcolare la P<sub>totale</sub> nel recipiente e la P<sub>parziale</sub> dei due gas.
10. 5.00 g di una miscela di Zn e Mg reagiscono completamente con un eccesso di una soluzione di HCl. Il gas svolto dalla reazione occupa il volume di 3.74 dm<sup>3</sup> a 1.00x10<sup>5</sup> Pa e a 293 K. Calcolare la composizione della miscela.
11. Un composto è costituito da 92.30% di C e 7.70% di H. Quando 0.347 g di questo prodotto sono portati allo stato di vapore alla T di 373 K e alla P di 1.0 atm, occupano il V di 137 cm<sup>3</sup>. Calcolare la formula molecolare del prodotto.
12. 0.50 dm<sup>3</sup> di un gas A pesano in certe condizioni di P e T 0.452 g. Alle stesse condizioni 0.50 dm<sup>3</sup> di un gas B pesano 0.804 g. In quale rapporto stanno i PM delle sostanze A e B?