

Esercizi sulle leggi dei gas

1

1) Una bombola contiene idrogeno alla pressione interna di $2 \cdot 10^5$ Pa, alla temperatura di 20°C .

A quanto sale la pressione se la bombola esposta al sole raggiunge la temperatura di 40°C ?

Sarebbe diversa la pressione se la bombola contenesse azoto?

Soluzione

A volume costante la pressione è proporzionale alla temperatura: $P = kT$.

Quindi $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$, da cui

$$P_2 = P_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} = 2 \cdot 10^5 \cdot \frac{313}{293} \text{ Pa} = 2,14 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$\text{dove } T_1 = (20 + 273) \text{ K} = 293 \text{ K}$$

$$\text{e } T_2 = (40 + 273) \text{ K} = 313 \text{ K}$$

sono le temperature assolute.

La pressione non dipende dal tipo di gas, quindi sarebbe la stessa anche se la bombola contenesse azoto.

2) Una siringa da 50 cm^3 contiene 10 cm^3 di aria a 20°C . ②

Immergendo la siringa in acqua calda, l'aria in essa contenuta si riscalda fino a raggiungere la temperatura di 95°C . Qual è il volume finale dell'aria?

Soluzione

L'aria si dilata a pressione costante quindi $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ da cui

$$V_2 = V_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} = 10 \cdot \frac{368}{293} \text{ cm}^3 = 12,6 \text{ cm}^3$$

3) Un recipiente della capacità di 5 litri è pieno d'aria alla pressione atmosferica e alla temperatura ambiente di 20°C ; viene riscaldato alla temperatura di 100°C e poi aperto.

Calcola quanta aria (a 100°C) esce dal recipiente e quale sarà il suo volume dopo il raffreddamento nell'ambiente circostante.

Se il recipiente, dopo la fuoriuscita

dell'aria, viene immediatamente chiuso (3) e lasciato raffreddare, quale sarà la pressione al suo interno dopo il raffreddamento?

Soluzione

$$V_1 = 5 \text{ l} , P_1 = 10^5 \text{ Pa} , T_1 = 20^\circ \text{C} = 293 \text{ K}$$

$T_2 = 373 \text{ K}$, $V_2 = 5 \text{ l}$, a volume costante la pressione aumenta:

$$P_2 = P_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} = 10^5 \cdot \frac{373}{293} \text{ Pa} = 1,27 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Aperto il coperchio la pressione diminuisce rapidamente (la temperatura resta costante) fino al valore della pressione atmosferica. Il volume aumenta in modo inversamente proporzionale (legge di Boyle):

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad \text{da cui si ottiene}$$

$$V_2 = V_1 \cdot \frac{P_1}{P_2} = 5 \cdot \frac{100}{127} \text{ l} = 3,9 \text{ l}$$

Escono quindi dal recipiente $1,1 \text{ l}$ di aria.

In alternativa, considerando solo lo

stato iniziale e lo stato finale,

(4)

la trasformazione si può pensare a pressione costante.

Il volume dopo il riscaldamento diventa:

$$V_2 = V_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} = 5 \cdot \frac{373}{293} \text{ l} = 6,4 \text{ l}$$

(escono dal recipiente 1,4 l di aria a 100°C).

Dopo il raffreddamento, cioè a 20°C, il volume d'aria fuoriuscita diventa

$$V_2 = V_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} = 1,4 \cdot \frac{293}{373} \text{ l} = 1,1 \text{ l}$$

Chiudendo il recipiente si hanno 5 l di aria a 100°C e a pressione atmosferica. Raffreddando a volume

costante la pressione scende al valore:

$$P_2 = P_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} = 10^5 \cdot \frac{293}{373} \text{ Pa} = 0,79 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

(circa 0,8 atmosfere).

L'equazione di stato dei gas ideali ⑤

È l'equazione che lega i parametri termodinamici di un gas ideale.

↳ gas reali si comportano con buona approssimazione come gas ideali quando si trovano a bassa pressione e a temperature non troppo basse.

L'equazione è $PV = nRT$ dove P è la pressione in Pascal, V il volume in m^3 , n il numero di moli di gas, T la temperatura assoluta in Kelvin ed $R = 8,31 \frac{J}{K}$ è una costante (costante dei gas).

Esercizi

6

1) Un gas contiene 1,0 moli di gas alla temperatura di 21°C e alla pressione di $1,4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

Determinare il suo volume nell'ipotesi che si comporti come un gas ideale.

Soluzione

$$PV = nRT, \text{ da cui:}$$

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{1 \cdot 8,31 \cdot 294}{1,4 \cdot 10^5} \text{ m}^3 = \\ = 0,0175 \text{ m}^3 = 17,5 \text{ l}$$

2) Un palloncino perfettamente sferico, riempito di elio, ha un raggio di $15,0 \text{ cm}$. Al suo interno la pressione è di $1,05 \times 10^5 \text{ Pa}$ e la temperatura è di $28,0^\circ\text{C}$.

Quante moli di elio sono contenute nel palloncino?

Soluzione

$$PV = nRT,$$

(7)

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{1,05 \cdot 10^5 \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot 0,15^3}{8,31 \cdot 301} \text{ moli} =$$
$$= 0,59 \text{ moli}$$

3) Un recipiente contiene 1,5 moli di gas alla temperatura di 15°C e alla pressione di $1,1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

Dopo averlo riscaldato a pressione costante il gas occupa un volume finale di 38 l.

Calcola il volume iniziale del gas.

Calcola la temperatura finale del gas.

Soluzione

$$V_i = \frac{nRT}{P} = \frac{1,5 \cdot 8,31 \cdot 288}{1,1 \cdot 10^5} \text{ m}^3 = 3,26 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$$
$$= 33 \text{ l}$$

$$T_f = \frac{P \cdot V_f}{nR} = \frac{1,1 \cdot 10^5 \cdot 38 \cdot 10^{-3}}{1,5 \cdot 8,31} \text{ K} = 335 \text{ K} = 62^\circ\text{C}$$