**L’ATMOSFERA PERFETTA**



**DENSITA’ DELLA ARIA**

Adesso sfruttiamo le nostre conoscenze per studiare alcune proprietà della nostra atmosfera, sapendo che i gas che la compongono sono praticamente **gas perfetti**. Partiamo da una grandezza fondamentale: la **densità dell’aria**. Questa grandezza è utilissima in quanto essa permette di conoscere quantitativamente molti fenomeni della nostra atmosfera, come la spinta di Archimede che essa induce su dirigibili e mongolfiere (II anno) o la forza di attrito viscoso su un corpo che si muove entro di essa (III anno). Vediamo come calcolarla.

La densità molare dell’aria al suolo a 20°C

Consideriamo di essere al suolo (P = Patm = 101.325 Pa) ad una temperatura di 20°C (T=293,15 K). Qual è la densità dell’aria?

Sfrutto l’eq. di stato: **PV = nRT**

con P la pressione del gas, V il suo volume, n il numero di moli, T la temperatura in gradi Kelvin e R la costante dei gas, che noi adesso approssimiamo a 8,3145 J/K.

Poiché **la densità è la quantità di materia in una unità di volume**, fisso il volume: V=1dm3 se voglio conoscere la densità in grammi/dm3, V=1m3 se la voglio conoscere in grammi/m3. Supponiamo di volerla conoscere in grammi/dm3: V=1dm3 = 0,001m3

Nota che devo usare il m3 come unità di misura del volume perché la pressione è in Pascal, cioè in S.I. e pure il valore di R è espresso in S.I: perciò ogni altra unità di misura deve essere in S.I.

Svolgo i calcoli: **PV = nRT** → **101.325·0,001 = n·8,3145·293,15**  → **n=0,04157 moli**

La nostra aria contiene dunque 0,04157 moli ogni dm3. Questo valore si chiama **densità molare** ed è l’equivalente della densità che già conosciamo, soltanto che invece di indicare il numero di kg o di grammi contenuti in una unità di volume rappresenta il numero di moli.

Dalla densità molare alla densità in grammi (in massa)

Per il calcolo della densità vera e propria è necessario sapere quanta è la massa di una singola mole di aria (cioè il suo **peso molare**). Essa si calcola così:

l’aria è composta da

* **78% di Azoto**, che è in forma bi-atomica [N2] (massa atomica A=14x2=28)
* **21% Ossigeno** anch’esso in forma bi-atomica [O2] (massa atomica A = 16x2=32)
* **1% Argon** che è nobile e dunque è mono-atomico [Ar] (massa atomica A = 40x1=40)

la massa atomica di una mole d’aria è perciò: AARIA= (0,78x28 + 0,21x32 + 0,01x40) = 28,96 grammi.

La densità di 1 dm3 d’aria è perciò:

**MARIA in 1 dm3 = δARIA = numero di moli in 1 dm3 ⋅ massa di 1 mole** →

**δARIA = 0,04157x28,96 grammi = 1,204 grammi**

**La densità dell’aria al suolo a 0°C**

Cosa accade se invece all’esterno l’aria è più fredda, ad esempio 0°C?

In questo caso eseguo gli stessi identici calcoli di prima ma con T=273,15K e trovo:

**101.325⋅0,001 = n·8,3145·273,15 → n=0,04461 moli**

La densità adesso è perciò: **δARIA = 1,292 g/dm3**

Notate che la densità dell’aria fredda è maggiore di quella calda: questo spiega come mai l’aria fredda si deposita sempre in basso, ad esempio nelle grotte e nelle cavità del suolo, mentre quella calda tende a salire, spinta dalla forza di Archimede.

**La densità dell’aria in quota a 0°C**

Adesso vediamo cosa accade alla densità dell’aria quando si sale di quota. A circa 1500m di quota la pressione atmosferica scende a 85.000 Pa: se la temperatura a quella quota è di 0°C, qual è la densità dell’aria?

Stessa zuppa di prima, ma stavolta cambia la pressione:

**PV = nRT** → **85.000·0,001 = n·8,3145·273,15 → n=0,03743 moli**

**δARIA = 1,08397 grammi/dm3**

**La pressione dell’aria in alta quota**

Supponiamo che aumentando di quota la temperatura scenda a -20°C (253,15K); qual è la pressione alla quale io troverò una densità uguale al 10% di quella che ho al suolo alla temperatura di 20°C?

La cosa più semplice da fare è sfruttare la proprietà che la densità è la massa contenuta in una unità di volume e che essa è direttamente proporzionale al numero di moli: 10 volte meno densità → 10 volte meno moli nell’unità di volume. Io ho già calcolato il numero di moli al suolo con T=20°C presenti in 1dm3, ottenendo n = 0,04157; allora in 1 dm3, quando la densità è scesa al 10% di quella di partenza ho **n = 0,004157**. Adesso trovo la pressione:

**P·0,001 = 0,004157·8,3145·253,15 → P=8.750 Pa=8,64% di atmosfera**

**Adesso sta a te risolvere questi quesiti!**

 L’atmosfera di Marte

L’atmosfera di Marte è molto rarefatta ed il suo valore cambia al cambiare delle stagioni. La sua pressione è stata misurata con precisione e risulta circa 800 Pa. Essa è composta prevalentemente da 3 tipi di molecole: Anidride Carbonica (CO2 , 95%) , Azoto bi-atomico (N2 , 2,6%) , Argon monoatomico ([CO2], 1,6%). Qual è la sua densità alla temperatura di -20°C (tipica temperatura del suolo di Marte)? [**δ = 16,38g/m3**]

 L’atmosfera di Venere

Venere è un pianeta molto caldo in quanto la sua densissima atmosfera è composta prevalentemente da anidride carbonica e ciò ha indotto un massiccio effetto serra. La temperatura alla superficie è di circa 740 K mentre la densità della atmosfera venusiana è 67kg/m3, cioè 1m3 di atmosfera venusiana contiene 67kg di gas. Trova la pressione alla superficie di Venere sapendo che l’atmosfera di Venere è composta per 96,5% di Anidride Carbonica [CO2] e 3,5% di Azoto bi-atomico [N2] (hint: trova la densità molare, cioè il numero di moli contenuto in 1 m3 e poi trova subito dopo la pressione). [**P=9.490.000 Pa = 93,7 atm**]

La bassa pressione

“…una bassa pressione è in arrivo su Via Ragionieri… pioggia prevista dalle 7.30 alle 8.20 e dalle 13 alle 13.30…” quasi sempre il Meteo associa l’arrivo di una bassa pressione alla presenza di pioggia e viceversa: come mai? Fate voi un po’ di conti! Inizia considerando una nube composta di aria secca alla pressione di 1atm ed alla temperatura di 20°C: il numero di moli in 1dm3 è n=0,04157 moli, come abbiamo già calcolato; la susseguente densità è δARIA=1,204 grammi/dm3.

Adesso considera invece aria umida: essa è composta dal 2,6% di Vapor Acqueo [H2O]e per il resto di aria secca (per trovare le percentuali di Azoto, Ossigeno e Argon devi pensare che essi adesso rappresentano globalmente 97,4% dell’aria e che perciò devi moltiplicare le precedenti percentuali per 0,974). Trova la densità dell’aria umida a 20°C e alla pressione di 1atm e confrontala con quella dell’aria secca! [**δ=1,192 g/dm3**]



Adesso è giunta l’ora di fissare i concetti essenziali di questi appunti.

Lo scopo degli appunti è quello di utilizzare l’**equazione di stato dei gas perfetti** per il calcolo della densità dell’aria (in realtà la procedura mostrata in questi appunti permette di calcolare una grandezza fra pressione, densità, peso molare e temperatura di un gas conoscendo le altre tre grandezze).

Per il calcolo della densità dell’aria: bisogna conoscere la temperatura e la pressione alla quale si vuole conoscere la densità. Se si vuole la densità in m3 si pone V=1m3; se si vuole conosce la densità in dm3 si pone V=1dm3 = 0,001m3.

A questo punto è immediato calcolare il **numero di moli presenti nell’unità di volume scelta** (**densità molare**) usando l’equazione di stato.

Per conoscere la **densità espressa in grammi** (**densità di massa**) è necessario conoscere il **peso molare** del gas. Se esso è una miscela, come è l’aria, è necessario conoscere la percentuale e il peso molare di ogni gas che la compone e poi calcolare il peso molare complessivo della miscela così come mostrato negli appunti.

Infine si calcola la densità come: **densità in grammi =** **densità molare⋅peso molare della miscela**

Sono dati tre esempi di calcolo di densità e pressione dell’aria in tre diverse situazioni; poi sono offerti tre problemi da risolvere per casa.