1. Il modello atomico della materia

Legge di Proust o delle proporzioni definite:

La composizione ponderale relativa dei vari elementi che formano un composto è definita e costante, indipendentemente da come il composto è stato ottenuto

Esempio:

In 100 g di H_2O ci sono 11,19 g di H + 88,81 g di O

$$\frac{M_H}{M_{H_2O}} = 0,1119 = 11,19\% \text{ di } H$$

$$\frac{M_O}{M_{H_2O}} = 0,8881 = 88,81\% \text{ di } O$$

} COMPOSIZIONE

$$\frac{M_O}{M_H} = 7,937$$

} COMPOSIZIONE RELATIVA → la massa dell'ossigeno è circa 8 volte la massa dell'idrogeno

FOCUS SULLA LEGGE

Acqua - H_2O

M_{H_2O} = massa di acqua	N_{H_2O} = n° molecole di acqua
M_H = massa di idrogeno	N_H = n° atomi di idrogeno = $2 \cdot N_{H_2O}$
M_O = massa di ossigeno	N_O = n° atomi di ossigeno = N_{H_2O}

- $M_{H_2O} = M_H + M_O$
- $M_{H_2O} = N_{H_2O} \cdot m_{H_2O}$ → massa di 1 molecola d'acqua

$M_H = N_H \cdot m_H$ → massa di 1 atomo di idrogeno

$M_O = N_O \cdot m_O$ → massa di 1 atomo di ossigeno

- $\frac{M_H}{M_{H_2O}} = \frac{N_H \cdot m_H}{N_{H_2O} \cdot m_{H_2O}} = \frac{2 \cdot \cancel{N_{H_2O}} \cdot m_H}{\cancel{N_{H_2O}} \cdot m_{H_2O}} = 2\frac{m_H}{m_{H_2O}} = 0,1119 \rightarrow \frac{m_H}{m_{H_2O}} = \frac{0,1119}{2} = 5,535 \cdot 10^{-2}$

grandezze macroscopiche — grandezze microscopiche

$\frac{m_{H_2O}}{m_H} = 17,873$ → 1 molecola di H_2O è ~ 18 volte più pesante di un atomo di idrogeno

- $\frac{m_O}{m_{H_2O}} = \frac{N_O \cdot m_O}{N_{H_2O} \cdot m_{H_2O}} = \frac{N_{H_2O} \cdot m_O}{N_{H_2O} \cdot m_{H_2O}} = 0,8881 \rightarrow \frac{m_{H_2O}}{m_O} = 1,126$

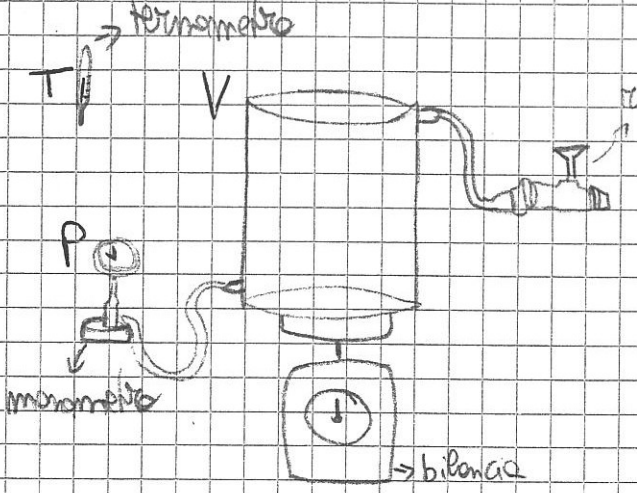
1 molecola di H_2O è ~ 1,126 volte più pesante di un atomo di O

- $\frac{m_O}{m_H} = \frac{N_O \cdot m_O}{N_{H_2O} \cdot m_{H_2O}} = \frac{N_{H_2O} \cdot m_O}{2 N_{H_2O} \cdot m_{H_2O}} = \frac{1}{2} \frac{m_O}{m_H} = 7,937 \rightarrow \frac{m_O}{m_H} = 2 \cdot 7,937 = 15,874$

1 atomo di O è ~ 16 volte più pesante di un atomo di idrogeno

Ipotesi di Avogadro:

Gas diversi, nelle stesse condizioni di temperatura, volume e pressione, contengono lo stesso numero di particelle.



1. Contenitore inizialmente vuoto
2. Collego un rubinetto e immetto un gas A
3. Il contenitore si riempie e la pressione e la massa aumentano. Volume e temperatura restano fermi.
4. Chiudo il rubinetto e svuoto il contenitore
5. Immetto un gas B.
6. Stessa cosa punto 3.
7. Chiudo il rubinetto quando la pressione ha raggiunto lo stesso valore di p_A

GAS A	GAS B
Volume: V_A	Volume: V_A
Pressione: p_A	pressione: p_A
Massa: M_A	Massa: M_B

$M_A = N_A \cdot m_A$

$M_B = N_B \cdot m_B$

$\frac{M_A}{M_B} = \frac{N_A \cdot m_A}{N_B \cdot m_B}$ per Avogadro $N_A = N_B \rightarrow \frac{M_A}{M_B} = \frac{m_A}{m_B}$

master copy cartoleria

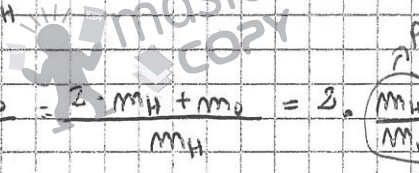
Scegliamo: A = atomo di un elemento qualunque;
B = atomo di idrogeno

$\frac{M_A}{M_H} = \frac{m_A}{m_H} = PA(A)$ → Peso atomico di A
(A = Simbolo elemento)



$PA(H) = 1$ per definizione.

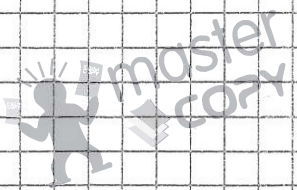
$\frac{M_{composto}}{M_H} = \frac{m_{molecola}}{m_H} = PM(composto)$ → Peso molecolare del composto



$PM(H_2O) = \frac{M_{H_2O}}{M_H} = \frac{2 \cdot m_H + m_O}{m_H} = 2 \cdot \frac{m_H}{m_H} + \frac{m_O}{m_H} = 18$
($PA(H) = 1$, $PA(O) = 16$)

Definizione
Una quantità (in grammi) di un elemento, pari al suo PA si chiama grammoatomo.
Una quantità (in grammi) di un composto, pari al suo PM si chiama grammomolecola.
Esempi
H $PA(H) = 1$ 1 grammoatomo di $H = 1\,g$
O $PA(O) = 16$ 1 grammoatomo di $O = 16\,g$
H_2O $PM(H_2O) = 18$ 1 grammomolecola di $H_2O = 18\,g$





Un grammoatomo di qualunque elemento contiene sempre lo stesso numero di atomi.
Una grammomolecola di qualunque composto contiene sempre lo stesso numero di molecole

DIMOSTRAZIONE

$N_H = \frac{1\,g}{m_H} = \frac{1}{m_H}$

$N_O = \frac{16\,g}{m_O} = \frac{16\,g}{PA(O)\cdot m_H} = \frac{16\,g}{16\cdot m_H} = \frac{1}{m_H}$

$N_{H_2O} = \frac{18\,g}{m_{H_2O}} = \frac{18\,g}{PM(H_2O)\cdot m_H} = \frac{18\,g}{18\cdot m_H} = \frac{1}{m_H}$

Numero di Avogadro N_A

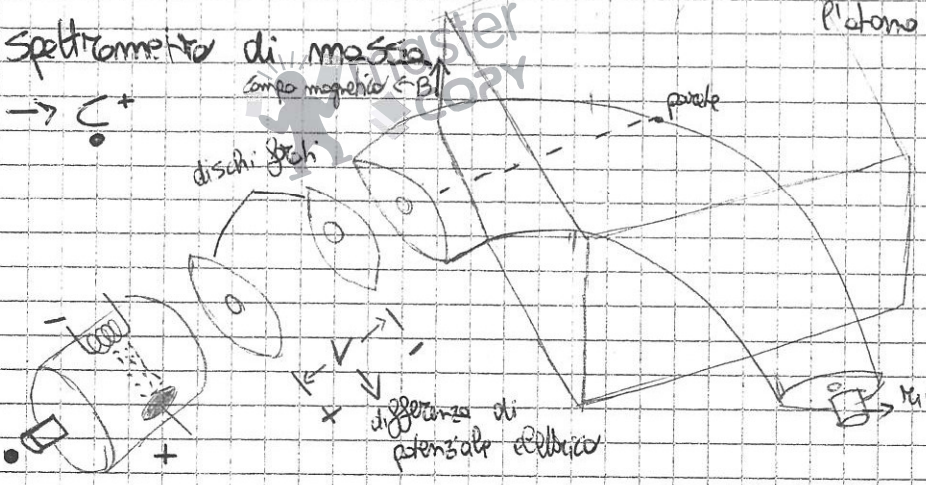
$\frac{1}{m_H} = \frac{12\,g}{m_{12C}} = \frac{1}{\left(\frac{m_{12C}}{12}\right)} = \frac{1}{u.m.a}$

unità di massa atomica

l'atomo scelto come riferimento è il C

Lo spettrometro di massa

$C \rightarrow C^+$



Per ricavare il numero di Avogadro è necessaria una tecnica sperimentale nota come spettrometro di massa; il suo scopo è misurare la massa degli atomi.

All'inizio c'è un tubo, che è la camera di ingresso; gli atomi delle sostanze gassose entrano nella camera, dove c'è un filamento metallico che viene portato ad alte temperature attraverso il passaggio di una forte corrente. Se metallo diventa incandescente e, certi metalli, ad alte temperature emettono elettroni. Essendo questi ultimi cariche elettriche negative, vengono attratti da un elettrodo positivo collocato dalla parte opposta.

Immaginiamo di avere un atomo di carbonio allo stato gassoso che entra nella camera e attraversa le fasce di elettroni venendo urtato da qualcuno di questi e perdendo uno dei suoi elettroni (passano da 6 a 5) → ione positivo. Lo ione entra in una zona delimitata da due dischi forati tra i quali c'è una differenza di potenziale elettrica. Quando una carica positiva entra in questa zona viene respinta dalla piastra positiva e attratta

della negativa, cioè subisce un'accelerazione.
La carica entra in questa zona quasi a velocità nulla e viene accelerata fino a una certa velocità; quando esce la forza di accelerazione non c'è più e viaggia con una certa velocità che ha acquisito dopo l'accelerazione.
Una volta accelerato, lo ione prosegue in linea retta e urterà la parete.
Mettiamo in corrispondenza della zona piegata un campo magnetico che esercita una forza sulla carica elettrica; se questa è ferma, B non esercita nessuna forza. Quando non c'è nessun B, lo ione continua a dritto.
Se faccio aumentare B fino a una certa intensità, lo ione sente una forza dovuta a B che gli fa compiere un arco di circonferenza. Se l'intensità di B è piuttosto bassa, la curvatura è relativamente piccola. Alla fine del tubo c'è un rivelatore, un cristallo, che quando viene colpito da uno ione fornisce in uscita un segnale elettrico. Finché non vedo il segnale elettrico, continuo ad aumentare B fino a quando arrivo a un valore tale per cui questo ione fa una traiettoria la cui curvatura lo proietta esattamente sul rivelatore.
A questo punto vedo un segnale, la cui intensità è proporzionale a quanti ioni stanno colpito il rivelatore.
Questo è il principio di funzionamento di questa bilancia atomica.
Per cui, se io so quant'è il valore di campo magnetico che serve per far colpire il rivelatore da un certo atomo, so risalire alla massa dell'atomo.
Le formule che regolano tutto questo sono:

$$\underbrace{\frac{1}{2} m v^2}_{\text{energia cinetica dello ione quando esce dalla zona di accelerazione}} = \underbrace{eV}_{\text{energia potenziale di accelerazione}}$$

dove m = massa ione
v = velocità
e = carica elettrica dello ione
V = differenza di potenziale

Da cui si ricava la velocità al quadrato che ha la particella quando entra nella zona del campo magnetico:

$$v^2 = \frac{2eV}{m}$$