

## ATTIVITÀ 3 – VOLUMI DI GAS E NUMERO DI MOLECOLE

### FOL 10

Si studia ora la combinazione tra le sostanze gas idrogeno e gas cloro. Dato che si tratta di una trasformazione chimica tra sostanze allo stato gassoso, si ammette di operare a temperatura e pressioni costanti.

La situazione sperimentale è la seguente. Un cilindro è chiuso alle due estremità da due pistoni mobili. Un diaframma rimovibile divide il cilindro in due contenitori a tenuta. I due contenitori hanno lo stesso volume e contengono ognuno  $1 \text{ dm}^3$  di gas: il contenitore A contiene gas idrogeno, il contenitore B contiene gas cloro. Si rimuove il diaframma e si fa avvenire la trasformazione chimica: i due gas reagiscono completamente producendo  $2 \text{ dm}^3$  di una nuova sostanza gassosa: cloruro di idrogeno.

Agli studenti viene richiesto di rappresentare con il modello particellare i gas reagenti e il gas prodotto dalla trasformazione chimica. La situazione problematica è del tutto nuova: il prodotto della trasformazione chimica è un gas che occupa un volume doppio di quello occupato da ognuna delle sostanze reagenti. È possibile interpretare questo dato con il modello particellare? Questo è l'interrogativo che viene posto agli studenti e questo è l'enigma che dovettero affrontare i chimici nella prima metà del XIX secolo, incontrando notevoli difficoltà a risolverlo. Anche gli studenti manifestano non poche difficoltà ad interpretare i dati sperimentali, pur disponendo delle idee necessarie per farlo: l'idea di molecola, quella di atomo e l'idea che la molecola è costituita di atomi. Infatti si tratta di accettare l'ipotesi che in un decimetro cubo di ciascuna sostanza gassosa sia presente un eguale numero di molecole; inoltre, bisogna anche inventare un'ipotesi capace di giustificare che il gas, prodotto dalla trasformazione chimica, occupi un volume doppio rispetto a quelli occupati dai gas reagenti.

Se si accetta l'ipotesi che un decimetro cubo di qualunque gas, in eguali condizioni di temperatura e pressione, contenga sempre un eguale numero di molecole, allora per giustificare il volume di cloruro di idrogeno ottenuto si potrebbe pensare che sia l'idrogeno sia il cloro possiedano una molecola biatomica. In questo caso, ad ogni molecola di gas cloro e di gas idrogeno corrisponderebbero due molecole di gas cloruro d'idrogeno e i dati sperimentali sarebbero interpretabili in modo soddisfacente.

### FOL 11

A questo punto, l'insegnante propone un'attività che riporta la discussione a livello macroscopico: la stessa reazione presa in esame nel FOL 10 viene studiata dal punto di vista della conservazione della massa. Dato che tutto il gas idrogeno si combina con tutto il gas cloro, viene richiesto agli studenti quale sia la massa espressa in grammi del cloruro di idrogeno che si è formato. La discussione che segue permette all'insegnante di richiamare tutte le conoscenze che gli studenti dovrebbero condividere:

- la massa complessiva, in una reazione chimica, si conserva
- le sostanze, in una reazione chimica, si trasformano in altre sostanze
- le particelle che individuano le *unità chimiche* di ogni sostanza sono le molecole
- le molecole, durante una trasformazione chimica, si trasformano in altre molecole
- le molecole di ogni sostanza sono formate da atomi
- durante una trasformazione chimica, gli atomi che costituiscono le molecole dei reagenti si ricombinano;
- durante una trasformazione chimica gli atomi si conservano e così si può interpretare a livello microscopico, la conservazione della massa complessiva del sistema.

Inoltre, la possibilità di verificare un rapporto stretto tra i volumi dei gas e il numero delle molecole costituenti le varie sostanze ripropone l'idea che ogni molecola sia formata da un numero definito di atomi delle varie specie: ogni sostanza dovrebbe quindi avere una formula definita e, se ogni atomo possiede una massa diversa a seconda della sua specie, ogni molecola dovrebbe avere una sua massa ben definita.

## SPERIMENTAZIONE E COMMENTI

### Il fenomeno

Gli studenti accettano senza problemi che 1 dm<sup>3</sup> di gas idrogeno reagisca completamente con 1 dm<sup>3</sup> di gas cloro, ma alcuni sono sorpresi che si siano formati 2 dm<sup>3</sup> di cloruro di idrogeno: interpretano questa situazione come una confutazione dell'ipotesi che uguali volumi di gas, anche se di natura diversa, siano costituiti da un eguale numero di molecole.

### L'interpretazione

Gli studenti che non riescono a superare le perplessità provocate dal doppio volume di sostanza prodotta, hanno difficoltà a giustificare il fenomeno, poiché non è ipotizzabile, secondo loro, alcuna relazione tra i volumi di gas reagente e il numero di particelle di cui ciascun gas è costituito: l'enigma non è risolvibile. Però i compagni più ingegnosi riescono a proporre soluzioni plausibili. Per esempio, lo studente che, precedentemente aveva proposto la rappresentazione di figura 1, propone ora questa interpretazione (figura 7):

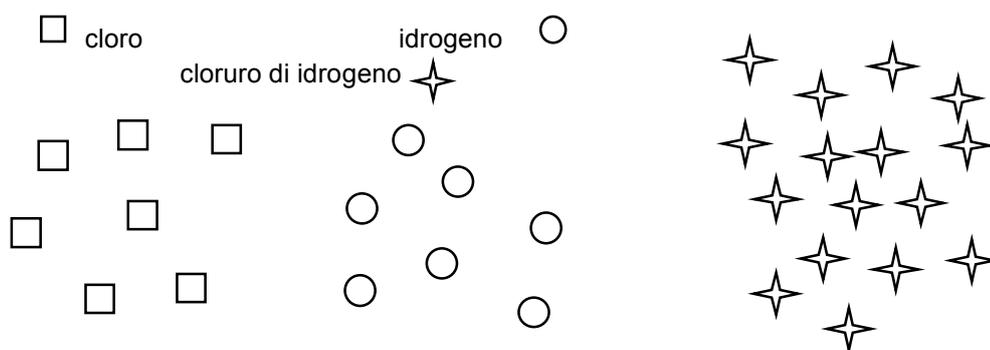


Figura 7 – Una proposta di trasformazione delle particelle (FOL 10 e 11)

La rappresentazione viene giustificata in questo modo: *“le due sostanze reagiscono tra loro senza unirsi tra di loro. Per me le particelle di idrogeno e di cloro reagiscono al contatto, ma restano separate, non si fondono una con l'altra. Praticamente si trasformano solo”*. Però questa trasformazione sa un po' di magia, mentre le seguenti (figure 8 e 9) sono maggiormente gradite dalla classe.

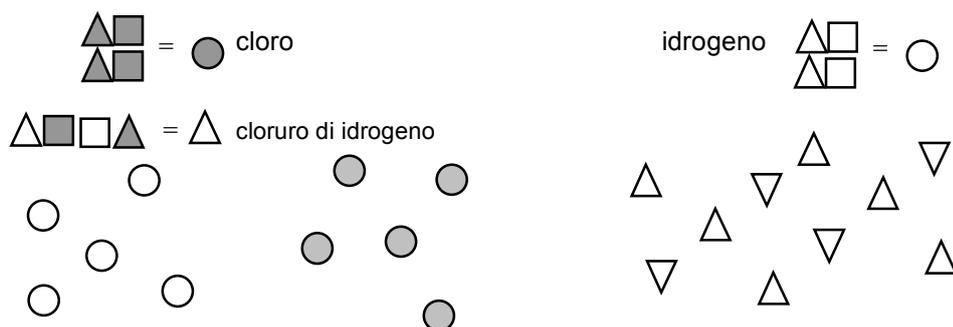
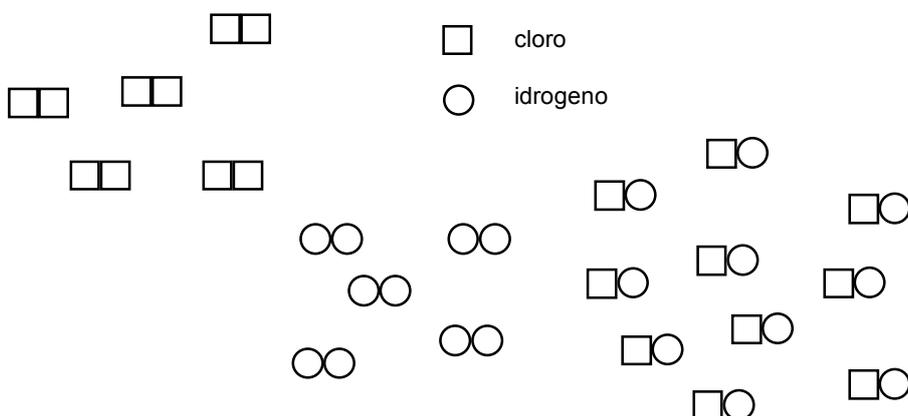


Figura 8 – Una proposta di ricombinazione degli atomi (FOL 10 e 11)

La rappresentazione viene così giustificata: *“le molecole di idrogeno reagiscono con quelle di cloro creando il cloruro di idrogeno (sostanza). Una molecola di cloruro di idrogeno è formata dalla metà degli atomi della molecola di idrogeno e dalla metà degli atomi della molecola di cloro, per questo quando due molecole dei gas dati reagiscono tra loro, se ne creano altre due di cloruro di idrogeno e, secondo l’esperienza precedente, a numero doppio di particelle corrisponde un volume doppio”.*

Come si può notare dalla rappresentazione iconica, le idee non sono ancora del tutto chiare, ma è in atto un interessante tentativo di far tornare i conti. Molto chiare risultano invece la idea dello studente che ha proposto la rappresentazione successiva (figura 9); egli infatti ha deciso, come già si notava nella rappresentazione della figura 6, di far corrispondere ad ogni simbolo iconico un elemento chimico, riuscendo così a giustificare il fatto che *“essendo la sostanza di reazione gassosa formata dai due tipi di molecola precedenti non fa muovere i pistoni perché occupa sempre lo stesso spazio”.*

La discussione di queste ipotesi interpretative mette in evidenza che parecchi altri studenti hanno difficoltà ad accettarle; molto probabilmente ciò è dovuto al fatto che le rappresentazioni mentali di molecola e di atomo sono ancora “fluide”.



**Figura 9 – Una proposta di ricombinazione degli atomi (FOL 10 e 11)**

## FOL 12

In questo foglio di lavoro viene introdotta la nomenclatura che accetta l’ipotesi formulata nella discussione precedente: le molecole dei gas idrogeno e azoto sono biatomiche e quindi quando si parla di queste sostanze si devono usare i termini diidrogeno e diazoto (IUPAC).

Si studia la combinazione tra le sostanze gassose diidrogeno e diazoto. Dato che si tratta di una trasformazione chimica tra sostanze allo stato gassoso, si ammette di operare a temperatura e pressioni costanti.

La situazione sperimentale è la seguente. Un cilindro è chiuso alle due estremità da due pistoni mobili. Un diaframma rimovibile divide il cilindro in due contenitori a tenuta. Il contenitore A contiene 3 dm<sup>3</sup> di gas diidrogeno; il contenitore B contiene 1 dm<sup>3</sup> di gas diazoto. Si rimuove il diaframma e si fa avvenire la trasformazione chimica: i due gas reagiscono completamente producendo 2 dm<sup>3</sup> di una nuova sostanza gassosa, l’ammoniaca.

Agli studenti viene richiesto di rappresentare i reagenti e il prodotto della trasformazione chimica usando sia il modello particellare sia i simboli chimici. Viene inoltre loro richiesto di denominare ogni sostanza con la nomenclatura IUPAC. Anche in questo caso si richiede di indicare quale sarà la massa complessiva di prodotto (gas ammoniaca) ottenuta a partire da una massa data di gas diidrogeno e diazoto e di giustificare la risposta. Lo scopo è ancora quello di offrire agli studenti l’occasione di attivare il modello atomico/molecolare per interpretare il dato macroscopico.

## FOL 13

Si studia la reazione tra le sostanze gassose diidrogeno e diossigeno. Dato che si tratta di una reazione tra sostanze allo stato gassoso, si ammette di operare a temperatura e pressioni costanti. La situazione sperimentale è la seguente. Un cilindro è chiuso alle due estremità da due pistoni mobili. Un diaframma rimovibile divide il cilindro in due contenitori a tenuta. il contenitore A contiene  $2 \text{ dm}^3$  di gas diidrogeno; il contenitore B contiene  $1 \text{ dm}^3$  di gas diossigeno. Si rimuove il diaframma e si fa avvenire la reazione tra i due gas che reagiscono completamente producendo  $2 \text{ dm}^3$  di una nuova sostanza gassosa: l'acqua.

Le richieste rivolte agli allievi sono le stesse della scheda precedente; l'intento è quello di rafforzare i concetti già condivisi, verificando che le ipotesi formulate permettono effettivamente di interpretare i fenomeni macroscopici presi in considerazione.

## SPERIMENTAZIONE E COMMENTI

### *Il fenomeno*

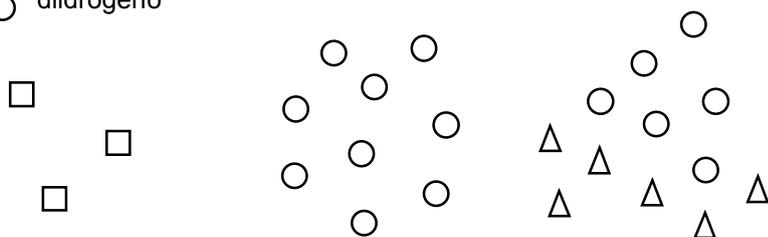
Non cambia il tipo di fenomeno studiato, ma i rapporti tra i volumi delle sostanze gassose richiedono di ripensare tutti i dati fino ad ora presi in considerazione: alcuni studenti hanno difficoltà a gestire il rapporto 3:1:2 tra i gas previsto nel FOL 12. Inoltre, sia nel FOL 12 sia nel 13, gli studenti devono calcolare le quantità in massa delle sostanze che partecipano alla reazione; nel FOL 12 bisogna calcolare, come già in precedenza, quanto prodotto si ottiene, mentre nella trasformazione chimica del FOL 13 vanno determinate le quantità di diidrogeno e di diossigeno necessarie per ottenere 1,00 kg di acqua. Quest'ultima richiesta mette in difficoltà una parte degli studenti e rimette in discussione idee che sembravano ormai assodate. È la conferma che i dati e le evidenze sperimentali non sono la soluzione del problema, ma costituiscono la situazione problematica da interpretare con modelli appropriati; è indispensabile, quindi, che sia concesso a chi apprende il tempo necessario per pervenire a padroneggiare questi modelli.

### *L'interpretazione*

Nella figura 10 è riportata l'interpretazione della trasformazione chimica di sintesi dell'ammoniaca (FOL 12) proposta da uno studente che così la giustifica: *"il diidrogeno più il diazoto formano l'ammoniaca, ma visto che il diidrogeno è in avanzo ci sono ancora delle particelle non trasformate"*.

diazoto

diidrogeno

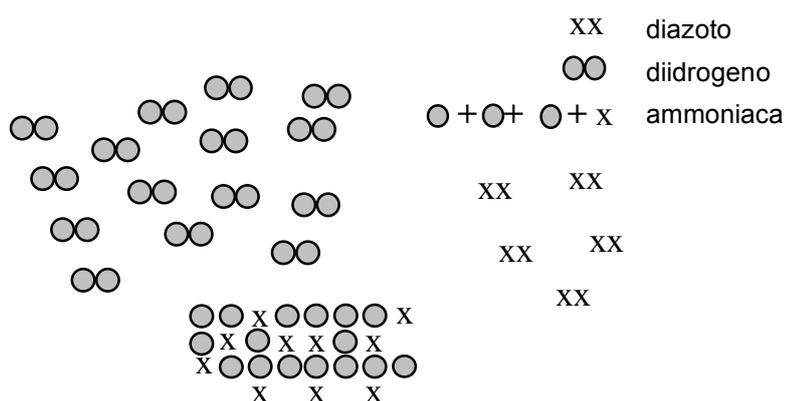


**Figura 10** - Una proposta di trasformazione delle particelle (FOL 12)

L'analisi della rappresentazione e della giustificazione portano alle seguenti considerazioni:

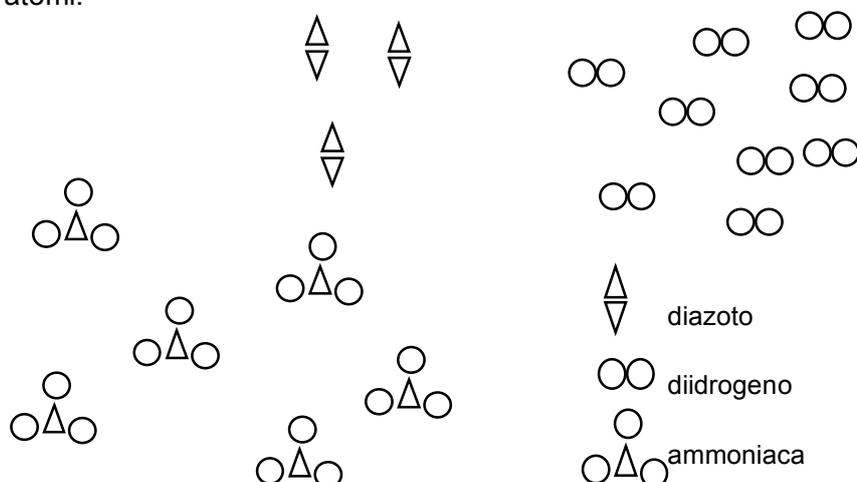
- Lo studente scrive diazoto e diidrogeno, ma non utilizza dei simboli iconici che mettano in evidenza molecole biatomiche.
- Se il rapporto tra i volumi di gas è 1:3:2, allora ogni tre particelle di diazoto (quadrati) ce ne saranno nove di diidrogeno (cerchi) e sei di ammoniaca (triangoli). Però lo studente non è in grado di gestire il rapporto tra volumi e ragiona in termini di rapporto 1:1 tra azoto e idrogeno: ammette che si formino sei particelle di ammoniaca e poi, per garantire la conservazione della materia, conserva il numero di particelle; ciò significa che «avanzano» particelle di diidrogeno che non hanno reagito.

Naturalmente i conti non tornano e gli altri studenti si mostrano in disaccordo. Sono decisamente contrari anche alla rappresentazione della figura 11. L'ammoniaca non deve essere raffigurata come se fosse un solido e la quantità di materia prima e dopo la reazione va rispettata. Il numero di particelle disegnate non è adeguato.



**Figura 11 – Una proposta di ricombinazione degli atomi (FOL 12)**

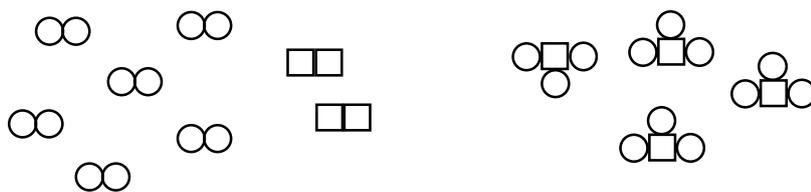
La rappresentazione riprodotta nella figura 12 viene ritenuta più convincente dalla grande maggioranza della classe; se si ammette che le molecole di gas azoto e di gas idrogeno siano biatomiche, i rapporti tra i volumi portano a ritenere che la molecola dell'ammoniaca sia formata da un atomo di azoto e tre di idrogeno. In questo modo, anche l'ipotesi dello stretto rapporto tra volumi di gas e numero di molecole sarebbe confermata; inoltre, verrebbe anche ribadito che le particelle il cui numero è in rapporto con i volumi di gas sono le molecole, le quali sono formate da atomi.



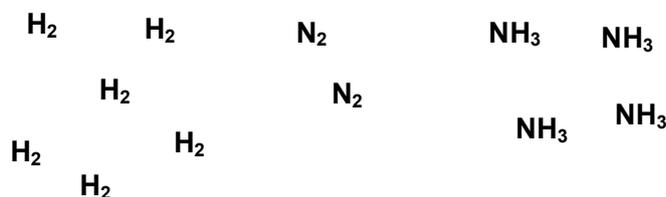
**Figura 12 – Una proposta di ricombinazione degli atomi (FOL 12)**

Alcuni allievi sostengono questa interpretazione con decisione, mentre altri sono perplessi: la scienza obbliga a pensare, che fatica! La discussione è animata, ma al termine comincia ad essere

condivisa la seguente rappresentazione iconica (figura 13) della reazione tra diidrogeno e diazoto per dare ammoniaca.



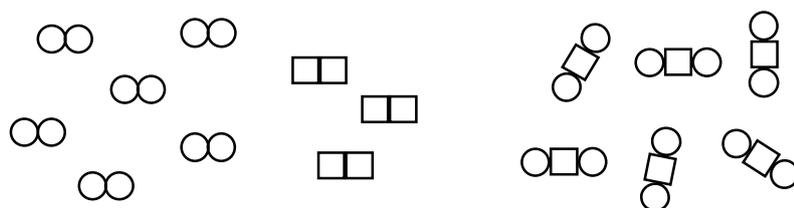
*Figura 13 – Rappresentazione iconica della reazione tra diidrogeno e diazoto per dare ammoniaca.*



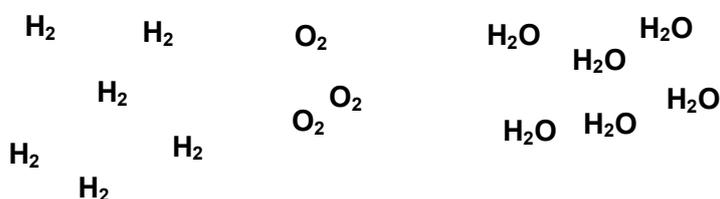
*Figura 14 – Rappresentazione simbolico chimica della reazione tra diidrogeno e diazoto per dare ammoniaca.*

A questa rappresentazione viene fatta corrispondere quella simbolico chimica di figura 14. Ad ogni tipo di atomo costituente le molecole si può dunque far corrispondere sia un simbolo iconico (cerchio, quadrato, triangolo,..) sia una lettera (oppure due) dell'alfabeto latino: questi ultimi sono i simboli chimici delle specie atomiche; è necessario impararli a memoria.

Allo stesso modo, vengono condivise le rappresentazioni della trasformazione chimica tra diidrogeno e diossigeno per dare acqua (figura 15).



*Figura 15 – Rappresentazioni iconica e simbolico chimica della trasformazione chimica tra diidrogeno e diossigeno per dare acqua.*



Alcuni studenti cominciano a disegnare solo il numero minimo di particelle necessario a determinare il rapporto numerico tra le varie molecole dei reagenti e dei prodotti, ma questa rappresentazione sarà condivisa da tutta la classe solo nelle attività seguenti.

È necessario, ora, soffermarci sulle difficoltà che gli studenti mostrano a rispondere al quesito 3 del foglio di lavoro FOL 13: della trasformazione chimica schematizzata in figura 15 vengono considerate le masse delle sostanze diidrogeno, diossigeno e acqua. Non tutti gli studenti propongono una soluzione al quesito. La discussione prende avvio dalle proposte di alcuni; eccone due esempi.

In entrambi i casi, gli allievi ammettono che, se è possibile scrivere:





allora il rapporto tra le masse dei due reagenti è  $1,44 : 0,18 = 8$

### Proposta 1 – una soluzione algebrica

$x$  = massa di diossigeno in grammi  $x/8$  = massa di diidrogeno in grammi

$$x + x/8 = 1,62g \quad x = 888,88 \text{ g O}_2 \quad x/8 = 111,11 \text{ g H}_2$$

### Proposta 2 – un'altra soluzione



$$1000 \text{ g} \cdot 8/9 = 888,88 \text{ g O}_2 \quad 1000 \text{ g} \cdot 1/9 = 111,11 \text{ g H}_2$$

La discussione che segue permette di giungere alle seguenti relazioni che aprono la strada all'idea di Proust, conosciuta come legge delle proporzioni definite e costanti.

$$\begin{aligned} 1,44 \text{ g O}_2 : 0,18 \text{ g H}_2 &= x \text{ g O}_2 : 1 \text{ g H}_2 & x &= 8 \text{ g O}_2 \\ 1,62 \text{ g H}_2\text{O} : 0,18 \text{ g H}_2 &= 1000 \text{ g H}_2\text{O} : x \text{ g H}_2 & x &= 111,11 \text{ g H}_2 \\ 1,62 \text{ g H}_2\text{O} : 1,44 \text{ g O}_2 &= 1000 \text{ g H}_2\text{O} : x \text{ g O}_2 & x &= 888,89 \text{ g O}_2 \end{aligned}$$

A questo punto, l'insegnante può suggerire agli studenti la lettura di un testo storico (**in preparazione**) Avogadro

### FOL 14

La terza attività si conclude con un problema che rimanda alla composizione delle sostanze: è questa «definita e costante» oppure «variabile»? Se gli studenti fanno riferimento al «rapporto di combinazione» sono in grado di rispondere in modo corretto all'interrogativo. Questa è la componente macroscopica della risposta, quella che probabilmente avrebbe dato Proust. Però gli studenti sono in grado, a differenza di Proust, di ricorrere al modello atomico/molecolare per interpretare il dato macroscopico.

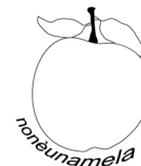
Si affaccia ora una nuova esigenza: conoscere le masse di ciascuna specie atomica per poter sviluppare ragionamenti quantitativi anche a livello microscopico. A tale esigenza si darà risposta in una sequenza successiva, quando si affronterà l'aspetto quantitativo della chimica ancora con un approccio storico/epistemologico muovendo dal «peso atomico» che Dalton introdusse come attributo fondamentale dell'atomo chimico.

A questo punto, l'insegnante può suggerire agli studenti la lettura del testo storico (**in preparazione**) Proust

### FOL 15

La formulazione prevista da questa scheda permette agli studenti di discutere quali siano le proprietà delle molecole in riferimento alle caratteristiche fisiche delle sostanze chimiche. Questo modello sarà un potente riferimento concettuale nella distinzione tra legami intra e intermolecolari, nella definizione del concetto di quantità di sostanza (e quindi di mole), ecc.

Al termine della discussione, gli studenti condividono il seguente modello:



1. Le particelle di cui è costituita una sostanza (molecole) sono divisibili, poiché sono formate da altre particelle (atomi)
2. Una molecola non può cambiare forma
3. Una molecola ha sempre le stesse dimensioni
4. Una molecola di una certa sostanza ha sempre la stessa quantità di materia (massa), che cambia al cambiare della sostanza
5. Un solo tipo di molecola individua una sostanza
6. Un determinato numero di molecole dello stesso tipo equivale sempre alla stessa quantità di sostanza
7. Tra le molecole esistono spazi vuoti più o meno grandi a seconda dello stato fisico della sostanza
8. Le molecole sono più o meno stipate tra loro e più o meno vincolate le une alle altre a seconda dello stato fisico della sostanza
9. Le molecole sono più o meno libere di muoversi e/o spostarsi a seconda dello stato fisico della sostanza
10. Le molecole sono disposte in modo più o meno ordinato a seconda dello stato fisico della sostanza

#### **ATTIVITÀ 4 – LO SCHEMA DI REAZIONE CHIMICA: DALLA RAPPRESENTAZIONE ICONICA A QUELLA SIMBOLICO CHIMICA**

##### **FOL 16/17/18**

In questi fogli di lavoro vengono richiamate alcune trasformazioni in fase gassosa prese in esame nell'attività 3. A partire dalla situazione sperimentale già conosciuta, si richiede agli studenti di applicare tutti i concetti costruiti e le ipotesi formulate in precedenza. Gli allievi devono, in un primo tempo, rappresentare le sostanze reagenti ed i prodotti ottenuti in modo iconico. In un secondo tempo, essi devono contare le molecole disegnate e sostituire i simboli iconici con un numero eguale di simboli chimici. Successivamente bisogna contare le molecole di ciascuna delle sostanze presenti in ogni trasformazione chimica e costruire lo **schema della reazione** usando i simboli chimici<sup>1</sup>; in altre parole, si giunge a costruire il rapporto minimo quantitativo che lega le varie sostanze che partecipano alla trasformazione: si determinano in questo modo i **coefficienti** della reazione chimica. Non si tratta quindi di un'*equazione chimica* (espressione ancora molto usata), poiché ciò che sta a sinistra del segno di reazione (il simbolo freccia) non è uguale a ciò che sta alla sua destra: si tratta di uno **schema di reazione**. Infine, di ognuna delle sostanze della trasformazione va precisato se si tratta di una sostanza semplice o composta, cioè se sia costituita da un solo elemento o da due o più elementi. Si comincia così a distinguere i concetti di atomo e di elemento: la molecola di diidrogeno, per esempio, è costituita da due atomi, ma da un solo elemento. Quest'ultimo concetto comincia a far valere la sua specificità. Soprattutto, si usa in modo epistemologicamente corretto il termine elemento.

Questo **tipo** di attività è fondamentale per predisporre la mente degli studenti alla costruzione del concetto di mole.

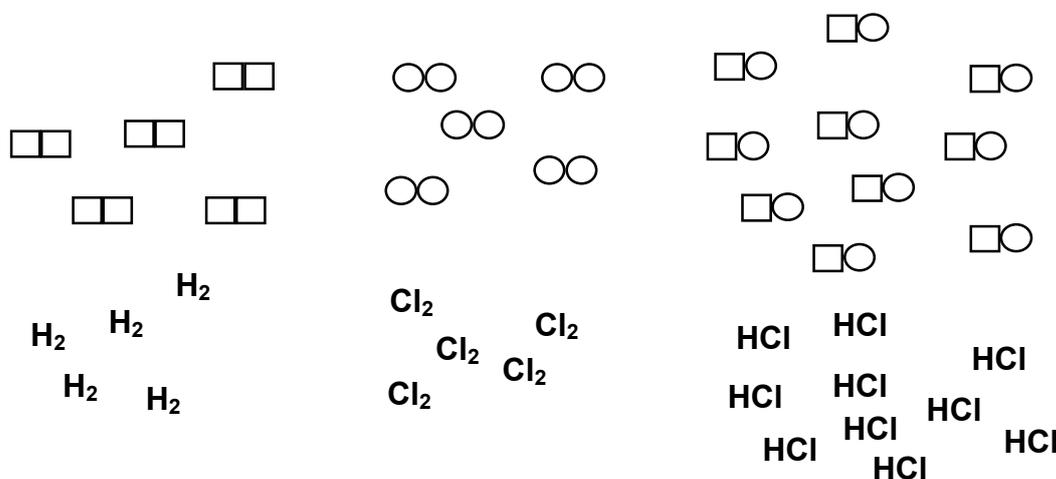
---

<sup>1</sup> Per descrivere e interpretare le trasformazioni chimiche a livello microscopico si ricorre al modello di *reazione chimica*. Questo implica che si distingue fra trasformazione chimica, che è il fenomeno, e reazione chimica che è il modello mediante il quale di tale fenomeno si producono rappresentazioni chiamate *schemi di reazione*. Le specie chimiche coinvolte nel processo vengono rappresentate mediante il linguaggio simbolico chimico e le trasformazioni chimiche vengono interpretate come processi di riorganizzazione degli atomi; ciò spiegherebbe come mai – a livello macroscopico – le sostanze di partenza interagiscano dando origine a nuove sostanze. In tali processi, sono gli elementi a conservare la propria identità.

## SPERIMENTAZIONE E COMMENTI

### *L'interpretazione*

Le consegne 1. e 2. sono identiche a quelle dei fogli di lavoro precedenti. Per esempio, gli schemi condivisi dagli allievi nella scheda 16 (combinazione tra le sostanze diidrogeno e dicloro per dare la sostanza cloruro di idrogeno) sono indicate in figura 16.



**Figura 16 – Rappresentazioni iconica e simbolico chimica della trasformazione chimica tra diidrogeno e dicloro per produrre cloruro di idrogeno.**

La discussione delle risposte fornite alla terza consegna porta rapidamente la classe a condividere il seguente **schema di reazione**:  $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$

Mediante il quale è possibile stabilire la differenza tra **indici di una formula chimica** e **coefficienti di una reazione chimica**.

Le sostanze vengono ora differenziate; in un primo tempo fornendo le seguenti definizioni:

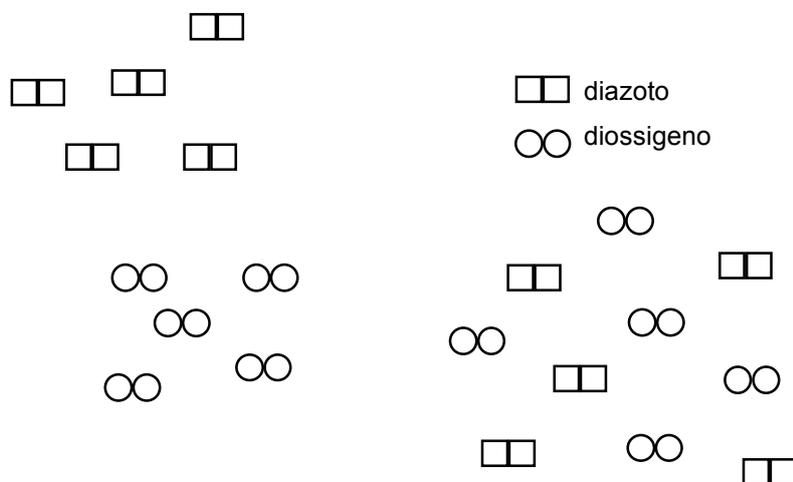
- Sostanze semplici: formate da un solo **tipo di atomi**
- Sostanze composte: formate da più di un **tipo di atomi**
- miscele: formate da più di una sostanza

L'insegnante introduce a questo punto il termine elemento che permette agli studenti di modificare le precedenti definizioni:

- **una sostanza semplice è costituita da atomi di un solo elemento**
- **una sostanza composta è costituita da atomi di diversi elementi**
- una miscela è formata da più di una sostanza

Durante la discussione si evidenziano le difficoltà di alcuni studenti ad utilizzare i concetti introdotti in questa sequenza. Non devono apparire ingenui domande del tipo "...come mai non è  $HCl_2$ ?", né ci si deve stupire se qualcuno sostiene: "...secondo me, il dicloro e il diidrogeno si miscelano". C'è anche chi afferma che "le sostanze composte sono formate da più tipi di molecole". È utile, in questo caso, tornare ad esempi visti e discussi in situazioni precedenti; alcuni allievi ricordano ai compagni che nell'aria le sostanze diazoto e diossigeno mantengono la propria identità, cioè le loro caratteristiche fisiche e chimiche (livello macroscopico). Per esplicitare come debba essere

rappresentata iconicamente l'aria, è bene che l'insegnante proponga di disegnarne le particelle sulla lavagna (figura 17).



**Figura 17 – Rappresentazione iconica della miscela tra diazoto e diossigeno nell'aria.**

### **FOL 19/20**

I fogli di lavoro 19 e 20 hanno il compito di verificare l'operatività dei concetti appresi, discutendo e confrontando collettivamente le risoluzioni proposte da ciascuno studente.

Nel FOL 19, si studia la reazione tra le sostanze gassose diazoto e diossigeno. Dato che si tratta di una reazione tra sostanze allo stato gassoso, si ammette di operare a temperatura e pressioni costanti.

La situazione sperimentale è la seguente. Un cilindro è chiuso alle due estremità da due pistoni mobili. Un diaframma rimovibile divide il cilindro in due contenitori a tenuta. Il contenitore A contiene  $2 \text{ dm}^3$  di diazoto; il contenitore B contiene  $1 \text{ dm}^3$  di diossigeno. Si rimuove il diaframma e si fa avvenire la trasformazione chimica di due gas che reagiscono completamente producendo  $2 \text{ dm}^3$  di una nuova sostanza.

Se gli studenti padroneggiano l'idea che i rapporti tra i volumi dei gas reagenti ed il gas prodotto sono gli stessi che esistono tra il numero di molecole delle varie sostanze, allora sono in grado di:

- determinare la formula molecolare dell'unico prodotto della trasformazione chimica;
- scrivere lo schema della reazione con gli opportuni coefficienti.

Identica logica segue il foglio di lavoro 20.

A questo punto, l'insegnante può suggerire agli studenti la lettura del testo storico (in **preparazione**) Cannizzaro

## **SPERIMENTAZIONE E COMMENTI**

### **L'interpretazione**

A questo punto, gli studenti sono, quasi tutti, in grado di determinare la formula molecolare sia dei reagenti sia della sostanza ottenuta nella trasformazione chimica, quindi sono capaci di attribuire gli opportuni indici ad ogni formula chimica; sono inoltre in grado di rappresentare la trasformazione chimica sia disegnando simboli iconici sia scrivendo lo schema di reazione utilizzando i simboli chimici. Quindi sono capaci di assegnare gli opportuni coefficienti di reazione. Nella figura 18, vengono riportate le rappresentazioni delle trasformazioni chimiche prese in considerazione rispettivamente nei fogli di lavoro 19 e 20.

Inoltre, gli studenti sono in grado di assegnare ad ogni sostanza il nome previsto dalla nomenclatura IUPAC.



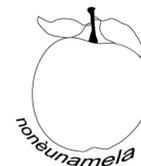
**Figura 18 – Rappresentazioni iconiche e simbolico chimiche (reazioni chimiche) di due diverse trasformazioni chimiche in cui gli stessi reagenti (diazoto e diossigeno) partecipano con rapporti di combinazione differenti.**

## ATTIVITÀ 5 – VERIFICHE

### FOL 21

Questa sequenza prevede delle prove di verifica specifiche. L'esempio proposto nel foglio di lavoro 21 è corredato da una apposita griglia di correzione.

Allievi	Q1a	Q1b	Q1c	Q1d	Q2a	Q2b	Q2c	Punti
1	3	3	1	3	1	3	1	15
2	3	3	1	3	1	3	2	16
3	3		1	3	3	3		13
4	3	3	1	3	3	3	2	18
5	3	3	1	3	3	3	2	18
6	3		1	3	1	3		11
7	3	3	1	3	1	3	1	15
8	3	3	1	3	3	3	2	18
9			1		3		2	6
10	3	3	1	3	1	3	1	15
11	3	3	1	3	1	3	2	16
12	3	3	1	2	3	3	2	17
13	3		1	3	3	3	2	15
14	3			2	2	3		10
15					1	3		4
16	3	3	1	3	3	3	2	18
17	3		1	3	1	3	2	13
18	3	3	1	3	3	3	2	18
19			1		2	3	2	8
20	3	1	1	3	1	3	2	14
21	3	3	1	3	2	3	2	17
22	3		1	3	2	3	2	14
<b>Totali parziali</b>	<b>57</b>	<b>37</b>	<b>20</b>	<b>55</b>	<b>44</b>	<b>63</b>	<b>33</b>	<b>309</b>
<b>Percentuali</b>	<b>86</b>	<b>56</b>	<b>91</b>	<b>83</b>	<b>67</b>	<b>95</b>	<b>75</b>	<b>78</b>
<b>Media</b>								<b>14,0</b>
<b>Punti</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>17</b>	<b>18</b>



- Q1a - Lo studente rappresenta iconicamente la trasformazione chimica in modo corretto = punti 3  
Q1b - Lo studente scrive correttamente lo schema di reazione chimica = punti 3  
Q1c - Lo studente assegna il nome IUPAC corretto alla sostanza = punti 1  
Q1d - Lo studente risolve correttamente l'esercizio = max punti 3  
Q2a - Lo studente seleziona la risposta corretta tra le cinque proposte = punti 1; giustifica in modo corretto la selezione = max punti 2  
Q2b - Lo studente rappresenta iconicamente in modo corretto la trasformazione chimica = punti 3  
Q2c - assegna il nome IUPAC corretto alle sostanze = punti 1 per ogni nome: max punti 2