

# La teoria atòmicomolecular de la matèria

# 1

## PER COMENÇAR (pàgina 7)

- L'alumnat ja deu saber que l'hidrogen és l'element més abundant de l'Univers. En cursos anteriors deu haver estudiat la composició de les estrelles. Les estrelles reuneixen la majoria de la massa de l'Univers i estan constituïdes principalment per hidrogen. Però la pregunta és sobre com sabem que això és així. S'apunta que és amb l'espectre com es pot identificar de quins àtoms està construïda la matèria. Precisament és estudiant els espectres de la llum procedent de les estrelles i galàxies com es pot esbrinar de què estan fetes.
- Com a resultat de la investigació podem esperar una taula com la següent:

Element	Abundància relativa en nombre d'àtoms	Abundància relativa en massa
O	63,14 %	46 %
Si	19,16 %	27 %
Al	6,68 %	8,2 %
Fe	2,47 %	6,3 %
Ca	2,75 %	5,0 %
Mg	2,62 %	2,9 %
Na	2,20 %	2,3 %
K	1,01 %	1,8 %

Els diferents àtoms procedeixen: els de nombre atòmic més petit (H, He i Li), dels primers instants del Big Bang. La resta de nuclis es formen a les reaccions nuclears que ocorren a l'interior del nucli de les estrelles i a les explosions de supernoves.

## PRACTICA (pàgina 8)

- Tenint en compte que la densitat és la relació entre la massa i el volum d'un cos, en el cas de sòlids i líquids, pràcticament no varia amb la temperatura, ja que no ho fan ni la massa ni el volum. En el cas dels gasos, la densitat disminuirà en augmentar la temperatura, ja que el volum (a pressió constant) augmenta i la massa es manté invariable.

2. 
$$\text{H}_2\text{O} \quad 1 \frac{\text{kg}}{\text{L}} \cdot \frac{1.000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} = 1.000 \text{ kg/m}^3$$

Aire 
$$1,3 \frac{\text{g}}{\text{L}} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1.000 \text{ g}} \cdot \frac{1.000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} = 1,3 \text{ kg/m}^3$$

Oli 
$$0,88 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1.000 \text{ g}} \cdot \frac{10^6 \text{ mL}}{1 \text{ m}^3} = 880 \text{ kg/m}^3$$

Plom 
$$11,35 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1.000 \text{ g}} \cdot \frac{10^6 \text{ cm}^3}{1 \text{ m}^3} = 11.350 \text{ kg/m}^3$$

Alumini 
$$2,700 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \cdot \frac{1.000 \text{ dm}^3}{1 \text{ m}^3} = 2.700 \text{ kg/m}^3$$

**ACTIVITATS (pàgina 9)**

3. Si fem la combustió en un recipient tancat, les fustes es cremaran en reaccionar amb algun component de l'aire que hi està en contacte. A més de les cendres, es produiran gasos que es mantindran al recipient, ja que està tancat. Si pesem el recipient abans i després de la combustió, podrem comprovar que la massa no varia, la qual cosa indica que es compleix la llei de Lavoisier.

4. La massa del sistema s'ha de conservar:

Aïllem:

$$m_{\text{coure}} + \text{massa}_{\text{aire abans}} = \text{massa}_{\text{òxid}} + \text{massa}_{\text{aire després}}$$

$$\text{massa}_{\text{aire després}} = m_{\text{coure}} + \text{massa}_{\text{aire abans}} - \text{massa}_{\text{òxid}}$$

Substituïm i operem:

$$\text{massa}_{\text{aire després}} = 6,3 \text{ g} + 10 \text{ g} - 8 \text{ g} = \mathbf{8,3 \text{ g}}$$

**ACTIVITATS (pàgina 11)**

5. a) Massa mostra = massa sodi + massa clor

$$\text{Massa mostra} = 4,6 \text{ g} + 7,1 \text{ g} = \mathbf{11,7 \text{ g}}$$

b) En qualsevol mostra de sal, el clor i el sodi mantenen la proporció que s'indica a l'enunciat:

$$2,3 \text{ g de sal} \cdot \frac{7,1 \text{ g de clor}}{11,7 \text{ g de sal}} = \mathbf{1,4 \text{ g de clor}}$$

$$2,3 \text{ g de sal} \cdot \frac{4,6 \text{ g de sodi}}{11,7 \text{ g de sal}} = \mathbf{0,9 \text{ g de sodi}}$$

Comprovem que la suma coincideix amb la massa de la mostra de sal.

6. Si pertanyen al mateix compost, la proporció en què es combinen el coure i el clor serà la mateixa:

Mostra	Massa de coure (g)	Massa de clor (g)	Massa de coure/massa de clor
A	6,3	3,5	<b>1,8</b>
B	1,3	0,7	<b>1,86</b>
C	3,2	3,6	<b>0,89</b>

Les mostres **A i B pertanyen al mateix compost.**

7. L'experiència A ens permet conèixer en quina proporció es combinen els dos elements.

- A l'experiència B fem servir les proporcions de les dades de l'experiència A. Suposem que es consumeix completament el brom. Calculem la quantitat de calci que reacciona i la de bromur de calci que s'hi produeix:

$$0,8 \text{ g de Br} \cdot \frac{0,4 \text{ g de Ca}}{1,6 \text{ g de Br}} = 0,2 \text{ g de Ca} ; 0,8 \text{ g de Br} \cdot \frac{2 \text{ g de CaBr}_2}{1,6 \text{ g de Br}} = \mathbf{1 \text{ g de CaBr}_2}$$

Calci que sobra:  $1,5 \text{ g} - 0,2 \text{ g} = \mathbf{1,3 \text{ g}}$

El brom s'ha de consumir completament. Brom que sobra: **0 g**

- A l'experiència C fem servir les proporcions de les dades de l'experiència A. La quantitat de bromur de calci produïda ens permet conèixer la quantitat que reacciona de cada element:

$$6 \text{ g de CaBr}_2 \cdot \frac{1,6 \text{ g de Br}}{2 \text{ g de CaBr}_2} = 4,8 \text{ g de Br}$$

Ja que sobra una mica de brom, se suma amb el que reacciona.

Brom abans de la reacció:  $4,8 \text{ g} + 1,5 \text{ g} = \mathbf{6,3 \text{ g}}$

Per diferència obtenim la quantitat de calci que reacciona:

$$6 \text{ g de CaBr}_2 - 4,8 \text{ g de Br} = 1,2 \text{ g de Ca que reaccionen}$$

Calci que sobra:  $1,2 \text{ g} - 1,2 \text{ g} = \mathbf{0 \text{ g}}$

- A l'experiència D suposem que la quantitat de brom disponible reacciona completament. Això ens permet conèixer la quantitat de bromur de calci que s'obté:

$$5 \text{ g de Br} \cdot \frac{2 \text{ g de CaBr}_2}{1,6 \text{ g de Br}} = \mathbf{6,25 \text{ g de CaBr}_2}$$

Per diferència obtenim la quantitat de calci que reacciona:

$$6,25 \text{ g de CaBr}_2 - 5 \text{ g de Br} = 1,25 \text{ g de Ca que reaccionen}$$

Calci disponible:  $1,25 \text{ g} + 1,3 \text{ g} = \mathbf{2,55 \text{ g}}$

El brom disponible és el brom que reacciona. Brom que sobra:  $5 \text{ g} - 5 \text{ g} = \mathbf{0 \text{ g}}$

- A l'experiència E, la quantitat de bromur de calci ens permet conèixer la quantitat que reacciona de cada element. Com que no en sobra cap, aquesta serà la quantitat inicial de cada element:

$$4,2 \text{ g de CaBr}_2 \cdot \frac{1,6 \text{ g de Br}}{2 \text{ g de CaBr}_2} = \mathbf{3,36 \text{ g de Br}}$$

Per diferència obtenim la quantitat de calci que reacciona:

$$4,2 \text{ g de CaBr}_2 - 3,36 \text{ g de Br} = \mathbf{0,84 \text{ g de Ca que reaccionen}}$$

Experiència	Calci (g)	Brom (g)	Bromur de calci (g)	Calci que sobra (g)	Brom que sobra (g)
A	0,4	1,6	2	0	0
B	1,5	0,8	<b>1</b>	<b>1,3</b>	<b>0</b>
C	1,2	<b>6,3</b>	6	<b>0</b>	1,5
D	<b>2,55</b>	5	<b>6,25</b>	1,3	<b>0</b>
E	<b>0,84</b>	<b>3,36</b>	4,2	0	0

### ACTIVITAT (pàgina 12)

8.

Mostra	Massa de C (g)	Massa de O (g)	Massa de C/massa de O
A	3	4	0,75
B	3	8	0,375

- a) **Certa**, perquè no manté la proporció del compost A ni del B.  
 b) **Falsa**, perquè és la proporció corresponent al compost A:

$$\frac{9 \text{ g de C}}{12 \text{ g de O}} = 0,75$$

- c) **Falsa**, perquè no és la proporció del compost A:

$$\frac{18 \text{ g de C}}{12 \text{ g de O}} = 1,5$$

- d) **Certa**, perquè és la proporció del compost B:

$$\frac{9 \text{ g de C}}{24 \text{ g de O}} = 0,375$$

CO. Perquè la mateixa quantitat de C es combina amb el doble de O en B que en A.

ACTIVITAT (pàgina 14)

9. L'experiència A ens indica la proporció en la qual participen tots els gasos del procés, ja no que sobra cap dels reactius. El volum de  $N_2O$  (3 L) que s'obté és el mateix que el de  $N_2$  (3 L) que reacciona i el doble que el de  $O_2$  (1,5 L) que reacciona.

- A l'experiència B no en sobra cap dels reactius. Amb les proporcions que es deriven de l'experiència A calculem el volum dels altres dos participants:

$$5 \text{ L de } O_2 \cdot \frac{3 \text{ L de } N_2O}{1,5 \text{ L de } O_2} = 10 \text{ L de } N_2O$$

El volum de  $N_2$  és el mateix que el de  $N_2O$ .

- A l'experiència C, només poden reaccionar 3 L de  $N_2$ . El resultat de l'experiència A ens permet calcular la resta de quantitats.
- A l'experiència D, la quantitat de  $N_2O$  que s'obté indica la quantitat de  $N_2$  que reacciona; la diferència amb la quantitat que hi ha indica la quantitat de  $N_2$  que sobra. Com que no sobra  $O_2$ , la quantitat que hi ha inicialment és la que reacciona, un volum que és la meitat que el de  $N_2O$  que s'obté.
- A l'experiència E, la quantitat de  $N_2O$  que s'obté indica el volum de  $N_2$  i  $O_2$  que reacciona. Si sumem la quantitat de  $N_2$  que sobra tindrem la quantitat inicial. Com que no sobra  $O_2$ , la quantitat inicial és la que reacciona.
- A l'experiència F s'indica que no sobra  $O_2$ . Per tant, la quantitat inicial és la mateixa que reacciona. Això ens permet calcular la quantitat de  $N_2O$  que s'obté i la de  $N_2$  que reacciona. Com que sobren 1,5 L de  $N_2$ , el sumarem a la quantitat que reacciona per conèixer la quantitat inicial de  $N_2$ .

Experiència	Nitrogen (L)	Oxigen (L)	Monòxid de dinitrogen (L)	Nitrogen que sobra (L)	Oxigen que sobra (L)
A	3	1,5	3	0	0
B	<b>10</b>	5	<b>10</b>	0	0
C	3	3	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>3 - 1,5 = 1,5</b>
D	3	<b>1</b>	2	<b>3 - 2 = 1</b>	0
E	<b>2,4 + 1 = 3,4</b>	<b>1,2</b>	2,4	1	0
F	<b>3,4 + 1,5 = 4,9</b>	1,7	<b>1,7 · 2 = 3,4</b>	1,5	0

ACTIVITATS (pàgina 19)

10. Un àtom de S té una massa de 32,06 u, per tant, un molt de S té una massa de 32,06 g.

$$M(S) = 32,06 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$n = \frac{m}{M(S)} = 4 \text{ g de S} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{32,06 \text{ g de S}}; 0,125 \text{ mol de S}$$

$$N = n \cdot N_A = 0,125 \text{ mol de S} \cdot \frac{6,022 \cdot 10^{23} \text{ àtoms de S}}{1 \text{ mol de S}} = 7,5 \cdot 10^{22} \text{ àtoms de S}$$

11.

$$\frac{0,543 \cdot 10^{-3} \text{ g}}{5 \cdot 10^{18} \text{ àtoms}} \cdot \frac{6,022 \cdot 10^{23} \text{ àtoms}}{1 \text{ mol}} = 65,4 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 65,4 \text{ u}$$

Es tracta del zinc.

12.  $N_A$  àtoms de Ra és un mol de Ra, que és la mateixa quantitat que 226 g de Ra.

$$1.000 \cdot 10^{12} \text{ àtoms de Ra} \cdot \frac{226 \text{ g de Ra}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ àtoms de Ra}} = 3,75 \cdot 10^{-7} \text{ g de Ra}$$

Anàlogament,  $N_A$  àtoms de Si és un mol de Si, que és la mateixa quantitat que 28,09 g de Si.

$$1.000 \cdot 10^{12} \text{ àtoms de Si} \cdot \frac{28,09 \text{ g de Si}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ àtoms de Si}} = 4,66 \cdot 10^{-8} \text{ g de Si}$$

13. a) Calculem la massa molar:

$$M(\text{SO}_2) = 32,06 + 16,00 \cdot 2 = 64,06 \text{ g/mol}$$

I a partir d'aquesta dada, el nombre de mols:

$$n = \frac{m}{M(\text{SO}_2)} = \frac{8 \text{ g de SO}_2}{64,06 \frac{\text{g de SO}_2}{\text{mol}}} = 0,125 \text{ mol de SO}_2$$

- b) El  $N_A$  permetrà conèixer el nombre de partícules. La fórmula del compost ens indica els àtoms d'oxigen que hi ha a cada molècula del compost:

$$0,125 \text{ mol de SO}_2 \cdot \frac{6,022 \cdot 10^{23} \text{ molècules de SO}_2}{1 \text{ mol de SO}_2} \cdot \frac{2 \text{ àtoms de O}}{1 \text{ molècula de SO}_2} = 1,5 \cdot 10^{23} \text{ àtoms de O}$$

- c) Primer calculem els mols de sofre que conté i després els grams:

$$0,125 \text{ mol de SO}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol de S}}{1 \text{ mol de SO}_2} \cdot \frac{32,06 \text{ g de S}}{1 \text{ mol de S}} = 4,0 \text{ g de S}$$

### ACTIVITATS (pàgina 20)

14. Calculem la massa molar que correspon sumant la massa dels elements:

$$M(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 12,00 \cdot 4 + 1,008 \cdot 10 = 58,08 \text{ g/mol}$$

Quan comparem la massa de cada element amb la massa total del compost, i multipliquem per 100, tenim el percentatge en massa de cada element.

- Carboni:  $\frac{(12,00 \text{ g de C}) \cdot 4}{58,08 \text{ g de C}_4\text{H}_{10}} \cdot 100 = 82,64 \% \text{ de C}$
- Hidrogen:  $\frac{(1,008 \text{ g de H}) \cdot 10}{58,08 \text{ g de C}_4\text{H}_{10}} \cdot 100 = 17,36 \% \text{ de H}$

15. Calculem la massa molar que correspon sumant la massa dels elements:

$$M(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = 40,08 + (14,01 + 16,00 \cdot 3) \cdot 2 = 164,1 \text{ g/mol}$$

Si comparem la massa de cada element amb la massa total del compost, i multipliquem per 100, tenim el percentatge en massa de cada element.

- Calci:  $\frac{40,08 \text{ g de Ca}}{164,1 \text{ g de Ca}(\text{NO}_3)_2} \cdot 100 = 24,42 \% \text{ de Ca}$
- Nitrogen:  $\frac{(14,01 \text{ g de N}) \cdot 2}{164,1 \text{ g de Ca}(\text{NO}_3)_2} \cdot 100 = 17,08 \% \text{ de N}$
- Oxigen:  $\frac{(16,00 \text{ g de O}) \cdot 6}{164,1 \text{ g de Ca}(\text{NO}_3)_2} \cdot 100 = 58,50 \% \text{ de O}$

16. Calculem la massa molar que correspon sumant la massa dels compostos que hi intervenen:

$$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 159,61 + 5 \cdot (18,016) = 249,69 \text{ g/mol}$$

Quan comparem la massa relativa d'aigua amb la massa relativa total del compost, i multipliquem per 100, tenim el percentatge en massa d'aigua.

- Aigua:  $\frac{5 \cdot (18,016 \text{ g de H}_2\text{O})}{249,69 \text{ g de CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} \cdot 100 = 36,08 \% \text{ de H}_2\text{O}$

**ACTIVITATS (pàgina 21)**

17. Fórmula del compost que busquem:  $S_xO_y$ .

$$x = 40 \text{ g de S} \cdot \frac{1 \text{ mol de S}}{32,06 \text{ g de S}} = 1,25 \text{ mol de S}$$

$$y = 60 \text{ g de O} \cdot \frac{1 \text{ mol de O}}{16,00 \text{ g de O}} = 3,75 \text{ mol de O}$$

La fórmula del compost és del tipus  $S_{1,25}O_{3,75}$ . Com que els subíndexs han de ser nombres enters, els dividim tots dos pels més petits:

$$S_{\frac{1,25}{1,25}}O_{\frac{3,75}{1,25}} \Rightarrow S_1O_3 \Rightarrow \mathbf{SO_3}$$

18. Fórmula del compost que busquem:  $Al_xO_yH_z$ .

$$x = 34,59 \text{ g de Al} \cdot \frac{1 \text{ mol de Al}}{26,98 \text{ g de Al}} = 1,28 \text{ mol de Al}$$

$$y = [100 - (34,59 + 3,88)] \text{ g de O} \cdot \frac{1 \text{ mol de O}}{16,00 \text{ g de O}} = 3,85 \text{ mol de O}$$

$$z = 3,88 \text{ g de H} \cdot \frac{1 \text{ mol de H}}{1,008 \text{ g de H}} = 3,77 \text{ mol de H}$$

La fórmula del compost és del tipus  $Al_{1,28}O_{3,85}H_{3,77}$ . Com que els subíndexs han de ser nombres enters, els dividim tots pel més petit:

$$Al_{\frac{1,28}{1,28}}O_{\frac{3,85}{1,28}}H_{\frac{3,77}{1,28}} \Rightarrow Al_1O_3H_3 \Rightarrow \mathbf{Al(OH)_3}$$

19. Fórmula del compost:  $N_xO_y$ .

$$x = 30,43 \text{ g de N} \cdot \frac{1 \text{ mol de N}}{14,01 \text{ g de N}} = 2,172 \text{ mol de N}$$

$$y = (100 - 30,43) \text{ g de O} \cdot \frac{1 \text{ mol de O}}{16,00 \text{ g de O}} = 4,348 \text{ mol de O}$$

La fórmula del compost és del tipus  $N_{2,172}O_{4,348}$ . Com que els subíndexs han de ser nombres enters, els dividim tots dos pel més petit per aconseguir-ne la fórmula empírica:

$$N_{\frac{2,172}{2,172}}O_{\frac{4,348}{2,172}} \Rightarrow N_1O_2 \Rightarrow \mathbf{NO_2}$$

Comprovem si aquesta és la fórmula molecular del compost. Per això utilitzem la seva massa molar, que serà un múltiple de l'empírica:

$$M(N_nO_{2 \cdot n}) = M(NO_2) \cdot n \Rightarrow n = \frac{M(N_nO_{2 \cdot n})}{M(NO_2)} = \frac{92,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{(14,01 + 16,00 \cdot 2) \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = \frac{92,02}{46,01} = 2$$

La fórmula molecular és:  $N_nO_{2 \cdot n} \Rightarrow \mathbf{N_2O_4}$

**ACTIVITATS FINALS (pàgina 24)**

**Lleis ponderals i volumètriques**

20. a) És un canvi físic ja que la composició de la matèria es manté inalterada, per tant, l'estudiarà la física.

- b) És estudiada per la química ja que l'estructura cristal·lina ve donada per la unió dels àtoms i l'enllaç que aquests formen entre ells.
- c) En no haver cap canvi en la composició química serà estudiat per al física, ja que només variaran les seves propietats físiques.
- d) La conductivitat elèctrica és una propietat física per tant estarà estudiada per al física.
- e) En posar en contacte un àcid i el marbre es produeix una reacció química i, per tant, un canvi en la composició del marbre. L'estudiarà la química.
- f) Abans de descompondre patirà una sèrie de transformacions en la substància que estudiarà la química.
- g) El marbre és una roca metamòrfica que s'ha format en unes condicions de pressió i temperatura concretes. És un procés químic, per tant, l'estudiarà la química.

21.

	Substància pura	Element	Compost	Mescla homogènia	Mescla heterogènia
Aire				X	
Aigua del mar				X	
Llet					X
Acer				X	
Infusió					X
Butà	X		X		
Fusta					X

22. En una mescla d'acer, sorra i sal. En primer lloc afegiríem aigua per tal de dissoldre la sal i filtraríem. La dissolució filtrada la posaríem en un cristal·litzador per tal que s'evaporés l'aigua i així recuperar la sal sola.

La mescla acer-sorra es podria separar per gorbament, a causa de la diferència de mida entre les partícules d'una i altra. L'acer en general no és ferromagnètic i, per tant, no el podem separar per imantació.

23. Quan formen òxid de magnesi, el magnesi i l'oxigen es combinen sempre en la mateixa proporció:

$$7 \text{ g de Mg} \cdot \frac{1,45 \text{ g de O}}{2,21 \text{ g de Mg}} = 4,59 \text{ g de O}$$

$$7 \text{ g de Mg} + 4,59 \text{ g de O} = \mathbf{11,6 \text{ g de MgO}}$$

24. L'experiència A indica en quina proporció es combinen exactament la plata i el sofre. Com que no en sobra gens, podem determinar la quantitat de sulfur de plata que es forma sumant la quantitat de plata i sofre que reaccionen.

$$3,60 \text{ g de Ag} + 0,54 \text{ g de S} = \mathbf{4,14 \text{ g de Ag}_2\text{S}}$$

- A l'experiència B coneixem la quantitat de sulfur de plata. Com que no sobra cap element, podem calcular la quantitat inicial de cada plata, ja que en guarda proporcions definides:

$$6,3 \text{ g de Ag}_2\text{S} \cdot \frac{3,60 \text{ g de Ag}}{4,14 \text{ g de Ag}_2\text{S}} = \mathbf{5,48 \text{ g de Ag}}$$

La quantitat de sofre es calcula amb la diferència:

$$6,3 \text{ g de Ag}_2\text{S} - 5,48 \text{ g de Ag} = \mathbf{0,82 \text{ g de S}}$$

- A l'experiència C, la quantitat de sulfur de plata ens permet conèixer la quantitat de plata i sofre que es combinen utilitzant la llei de proporcions definides:

$$5,2 \text{ g de Ag}_2\text{S} \cdot \frac{3,60 \text{ g de Ag}}{4,14 \text{ g de Ag}_2\text{S}} = 4,52 \text{ g de Ag}$$

La quantitat de sofre es calcula amb la diferència:

$$5,2 \text{ g de Ag}_2\text{S} - 4,52 \text{ g de Ag} = 0,68 \text{ g de S}$$

En cada cas, sumem la quantitat d'elements que sobra i obtenim la quantitat inicial de plata i sofre:

$$4,52 \text{ g de Ag que es combinen} + 0,5 \text{ g de Ag que sobra} = \mathbf{5,02 \text{ g de Ag inicials}}$$

$$0,68 \text{ g de S que es combinen} + 0,3 \text{ g de S que sobra} = \mathbf{0,98 \text{ g de S inicials}}$$

- A l'experiència D reacciona tota la quantitat de sofre present, la qual cosa ens permet conèixer la quantitat de sulfur de plata que es forma amb la llei de proporcions definides:

$$1,5 \text{ g de S} \cdot \frac{4,14 \text{ g de Ag}_2\text{S}}{0,54 \text{ g de S}} = \mathbf{11,5 \text{ g de Ag}_2\text{S}}$$

La quantitat de plata que reacciona es calcula amb la diferència:

$$11,5 \text{ g de Ag}_2\text{S} - 1,5 \text{ g de S} = 10 \text{ g de Ag}$$

Si hi sumem la quantitat de plata que sobra tindrem la quantitat de plata que hi havia inicialment:

$$10 \text{ g de Ag que es combinen} + 1,3 \text{ g de Ag que sobra} = \mathbf{11,3 \text{ g de Ag inicials}}$$

- A l'experiència, la quantitat de sulfur de plata ens permet conèixer la quantitat de plata que es combina amb la llei de les proporcions definides:

$$8,2 \text{ g de Ag}_2\text{S} \cdot \frac{3,60 \text{ g de Ag}}{4,14 \text{ g de Ag}_2\text{S}} = 7,13 \text{ g de Ag}$$

I la quantitat de sofre que es combina amb la diferència entre el sulfur de plata i la plata per la llei de conservació de la massa:

$$8,2 \text{ g de Ag}_2\text{S} - 7,13 \text{ g de Ag} = 1,07 \text{ g de S}$$

Si comparem aquesta quantitat de plata amb la inicial, podrem determinar la quantitat de plata que sobra:

$$7,5 \text{ g de Ag inicials} - 7,13 \text{ g de Ag que es combinen} = \mathbf{0,37 \text{ g de Ag que sobren}}$$

Si sumem a la quantitat de sofre que es combina a la quantitat que sobra, coneixerem la quantitat inicial de sofre:

$$1,07 \text{ g de S que es combinen} + 1,5 \text{ g de S que sobren} = \mathbf{2,57 \text{ g de S inicials}}$$

Exp.	Ag (g)	S (g)	Ag <sub>2</sub> S (g)	Ag sobrer (g)	S sobrer (g)
A	3,60	0,54	<b>4,14</b>	0	0
B	<b>5,48</b>	<b>0,82</b>	6,3	0	0
C	<b>5,02</b>	<b>0,98</b>	5,2	0,5	0,3
D	<b>11,3</b>	1,5	<b>11,5</b>	1,3	0
E	7,5	<b>2,57</b>	8,2	<b>0,37</b>	1,5

25. En cada cas s'ha de calcular la proporció en què es combinin els elements:

Mostra	Massa de crom (g)	Massa de clor (g)	Proporció Cl/Cr
A	0,261	0,356	1,364
B	0,150	0,250	1,667
C	0,342	0,700	2,047
D	0,522	0,713	1,366

- a) Com que tenen la mateixa proporció,  $1,364 \approx 1,366$ , **A i D pertanyen al mateix compost.**

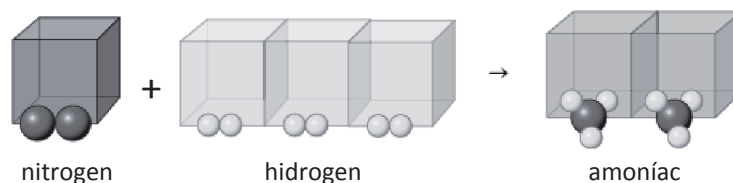


- b)  $\frac{1,364}{2,047} \approx \frac{3}{2}$ . La mostra **A** (o la D) i la **C** pertanyen a **compostos diferents** que compleixen la llei de les proporcions múltiples.
- c)  $\frac{1,667}{1,364} \neq \frac{a}{b}$ ;  $\frac{1,667}{2,047} \neq \frac{c}{d}$ . La mostra **B** és d'un **compost impossible**, ja que no guarda relacions de nombres enters senzills amb altres mostres.
- d) S'ha d'aplicar la llei de les proporcions múltiples. La fracció de l'apartat b,  $\frac{3}{2}$ , és el resultat de comparar les quantitats de clor en els dos compostos davant de la mateixa quantitat de crom. Si una fórmula és  $\text{CrCl}_2$ , la fórmula demanada, per tant, és  **$\text{CrCl}_3$** .

26. La hipòtesi d'Avogadro diu que, a iguals condicions de pressió i temperatura, volums iguals de gasos diferents contenen el mateix nombre de partícules. Si ho apliquem en aquest cas, si hi ha  $x$  molècules en 1 L de nitrogen, hi ha  $3x$  molècules als 3 L d'hidrogen i  $2x$  molècules en 2 L d'amoníac.

Com que  $x$  molècules de nitrogen donen  $2x$  molècules d'amoníac, cada molècula de nitrogen ha de tenir 2 àtoms de N, i cada molècula d'amoníac, 1 àtom de N. La fórmula del gas nitrogen és, per tant,  **$\text{N}_2$** .

Els àtoms de les  $3x$  molècules d'hidrogen són a les  $2x$  molècules d'amoníac. Com que sabem que cada molecular d'hidrogen té dos àtoms d'hidrogen, llavors cada molècula d'amoníac tindrà 3 àtoms d'aquest element. Si recopilem la informació, tenim que la fórmula de l'amoníac serà  **$\text{NH}_3$** .



3 volums  $V$  d'hidrogen es combinen amb 1 volum  $V$  de nitrogen i s'obté un volum doble ( $2V$ ) d'amoníac.

27. La hipòtesi d'Avogadro diu que, en iguals condicions de pressió i temperatura, volums iguals de gasos diferents contenen el mateix nombre de partícules. Si ho apliquem en aquest cas, si hi ha  $x$  molècules en 1 L d'oxigen, hi ha  $2x$  molècules en els 2 L de nitrogen i  $2x$  molècules en 2 L del gas.

Com que  $x$  molècules d'oxigen donen  $2x$  molècules de gas, cada molècula d'oxigen ha de tenir 2 àtoms d'oxigen, i cada molècula del gas, 1 àtom d'oxigen.

Els àtoms de les  $2x$  molècules de nitrogen són a les  $2x$  molècules de gas; això implica que si la molècula de nitrogen és diatòmica, cada molècula del gas ha de tenir 2 àtoms d'aquest element.

La fórmula del gas és  **$\text{N}_2\text{O}$** .

28.

1. La matèria no es crea ni es destrueix.
  2. Els elements A i B es combinen unes vegades en una proporció i altres, en una altra diferent.
  3. En una reacció química es transforma la matèria.
  4. Si 2,53 g de A es combinen amb 1,32 g de B per formar un compost, 2,53 g de A no es poden combinar amb 0,66 g de B per formar el mateix compost.
  5. La massa dels productes d'una reacció coincideix amb la massa dels reactius.
  6. Dos elements, A i B, es combinen sempre en la mateixa proporció per formar el mateix compost.
  7. En les mateixes condicions de pressió i temperatura un recipient que tingui un volum doble que un altre tindrà doble nombre de molècules que l'altre.
  8. La matèria es conserva.
  9. 1 L d'un gas A no combinarà mai amb 1,3792 L d'un altre gas que es trobi en les mateixes condicions de pressió i temperatura que aquell.
  10. Si A i B formen dos compostos diferents, pot ser que en un cas es combinin 1,57 g de A amb 2 g de B, i en un altre, 3,14 g de A es combinin amb 2 g de B.
- a. Llei de les proporcions múltiples.  
b. Hipòtesi d'Avogadro.  
c. Llei de les proporcions definides.  
d. Llei de la conservació de la massa.  
e. Llei dels volums de combinació.