

UNITAT 7. REACCIONS QUÍMIQUES.

1. Introducció. Canvis físics i canvis químics.

La matèria pot experimentar canvis físics i químics.

Un **canvi físic** és una transformació en la qual no varia la naturalesa de la substància. Abans i després del canvi, la matèria es representa per la mateixa fórmula química. Exemples de canvis físics són els canvis d'estat i la barreja i la separació de substàncies.

Un **canvi químic** és una transformació en la qual varia la naturalesa de la substància. Abans del canvi, la matèria es representa amb una fórmula química i, després, per una altra fórmula diferent. Exemples de canvi químic són la combustió i l'electròlisi.

ACTIVITATS

1. Explica què ocorre en els següents processos i indica si es tracta de canvis físics o químics.

- La dissolució d'alcohol en aigua.
- L'oxidació del ferro.
- La sublimació del iode.
- La combustió del butà.
- Cuinar carn.

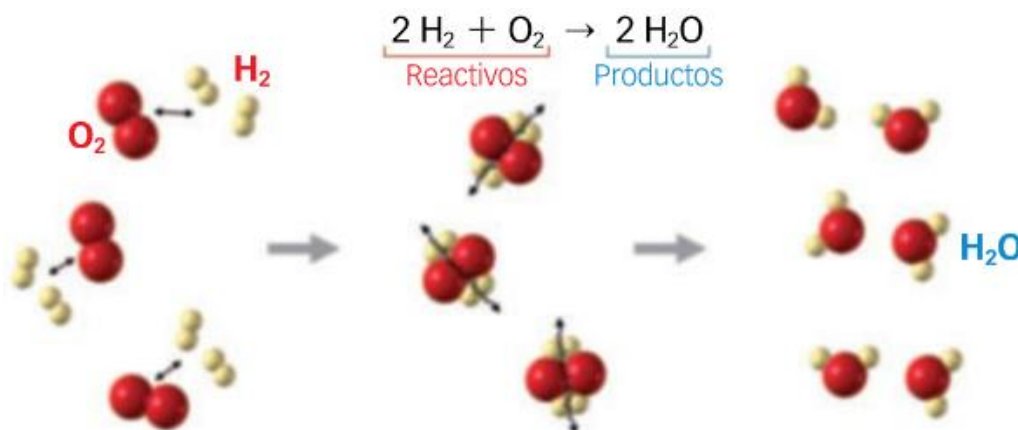
2. La reacció química: com es produeix.

Una reacció química és un procés en el qual unes substàncies es transformen en altres diferents. Anomenem **reactius** a les substàncies inicials i **productes** a les que s'obtenen.

Però, com es produeixen les reaccions químiques?

2.1. La teoria de col·lisions.

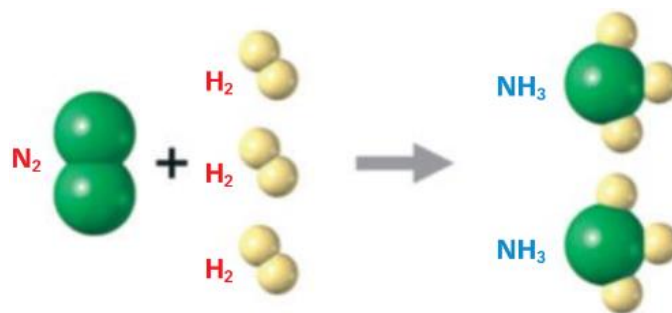
Segons la teoria de les col·lisions, la reacció química es produeix quan les partícules dels reactius xoquen entre si i es trenquen els enllaços que mantenen units els seus àtoms. Aquests àtoms lliures es reorganitzen i s'uneixen formant les substàncies noves: els productes.



2.2. Què canvia i què es conserva a les reaccions?

La teoria de les col·lisions ens explica que en una reacció química els àtoms que formaven part dels reactius es reorganitzen per donar lloc als productes. Perquè es produïska la reacció, les molècules dels reactius han d'estar en una proporció determinada. Només així es poden formar els productes.

Analitzem el que passa quan es forma amoníac a partir dels gasos hidrogen i nitrogen.



Perquè es produeixi la reacció, cada molècula de nitrogen ha de xocar amb tres d'hidrogen. Com a resultat, es formen dues molècules d'amoníac.

	Reactius: $N_2 + 3 H_2$	Productes: $2 NH_3$
Molècules	1 molècula de $N_2 + 3$ molècules d' H_2 Total: 4 molècules	2 molècules de NH_3 Total: 2 molècules
Àtoms	$1 \cdot 2 = 2$ àtoms de N $3 \cdot 2 = 6$ àtoms d'H Total: 8 àtoms	$2 \cdot 1 = 2$ àtoms de N $2 \cdot 3 = 6$ àtoms d'H Total: 8 àtoms
Massa	Massa de 2 àtoms de N + massa de 6 àtoms d'H	Massa de 2 àtoms de N + massa de 6 àtoms d'H

En resum,

En una reacció química	
Es conserva ...	Canvia ...
El nombre d'àtoms de cada element. La massa .	La fórmula química de les substàncies. El nombre de molècules (a la majoria de casos).

El 1772, el químic francès **Antoine-Laurent Lavoisier** i **Marie-Anne Pierrette Paulze**, després de múltiples experiències, van establir la **lleï de la conservació de la massa**. Com acabem de veure, la teoria de les col·lisions explica aquesta lleï.

En una reacció química, la matèria no es crea ni es destrueix, només es transforma. Per això, la massa total dels reactius coincideix amb la massa total dels productes.

ACTIVITATS

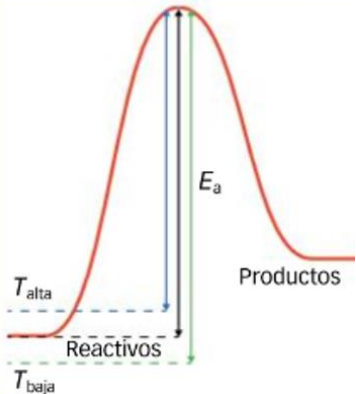

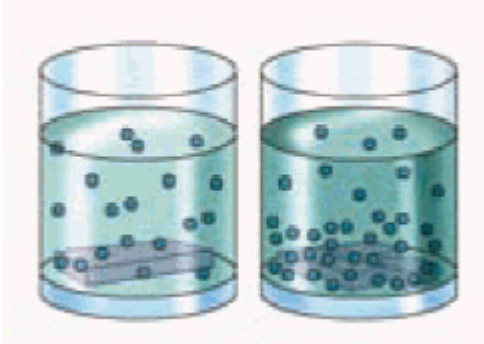

2. Es comprova que 28 g de gas nitrogen reaccionen exactament amb 6 g de gas hidrogen per formar amoníac:
 - a) Quants grams d'amoníac s'han format?
 - b) Si s'introdueixen 28 g de gas nitrogen i 28 g de gas hidrogen, quina quantitat d'amoníac es forma?
 - c) Si s'introdueixen 6 g de gas nitrogen i 6 g de gas hidrogen, quina quantitat de gas amoníac es forma?

3. La velocitat de les reaccions químiques.

Algunes reaccions, com les combustions, són molt ràpides, però altres, com l'oxidació del ferro, són més lentes.

De vegades interessa modificar la velocitat d'una reacció. Podríem fer-ho controlant un d'aquests **factors**:

S'anomena **velocitat d'una reacció** química a la rapidesa amb què els reactius es transformen en productes.

La temperatura	La concentració
<p>Quan augmenta la temperatura, augmenta l'energia dels reactius, i disminueix l'energia d'activació de la reacció. En conseqüència, és més probable que quan xoquen les partícules es trenquen els enllaços entre els seus àtoms.</p> <p>La velocitat d'una reacció:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Augmenta quan augmenta la temperatura. - Disminueix quan disminueix la temperatura. 	<p>A major concentració de les partícules dels reactius, més possibilitats hi haurà de què es produeixen xocs entre les seues molècules. Per això apliquem directament el sabó sobre les taques.</p> <p>La velocitat d'una reacció:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Augmenta quan augmenta la concentració dels reactius. - Disminueix quan disminueix la concentració dels reactius. 
La superfície de contacte	Els catalitzadors
<p>Perquè es produïska una reacció, deuen entrar en contacte les partícules dels reactius. La superfície de contacte serà major quan menor siga la mida de les partícules.</p> <p>La reacció del zinc amb HCl és molt més ràpida si el zinc està en pols. La velocitat d'una reacció:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Augmenta al reduir la mida de les partícules. - Disminueix al augmentar la mida de les partícules. 	<p>Els catalitzadors faciliten el contacte entre les molècules dels reactius i, amb això, redueixen l'energia d'activació. Són específics de cada reacció.</p> <p>Els catalitzadors no reaccionen, per tant, al final de la reacció es recuperen tal i com estaven a l'inici. Per aquest motiu, es necessita una quantitat molt reduïda de catalitzador per alterar la velocitat de la reacció.</p> <ul style="list-style-type: none"> - La presència d'un catalitzador augmenta la velocitat d'una reacció. - Els inhibidors disminueixen la velocitat de les reaccions. 

ACTIVITATS

3. Llig el text i contesta a les preguntes:

“Els productes frescos, com la carn o el peix, es guarden a la nevera. Si no ho ferem així, adquiririen mal olor o es formarien microorganismes. Si el tros és gran, el problema pot estar solament a la superfície i podem consumir la resta. Però si es tracta de carn picada o fruites menudes, haurem de tirar-ho tot.

Alguns productes envasats al buit tenen dates de caducitat més llargues.

Hi ha detergents amb enzims per netejar taques específiques. Per a les taques persistents podem ficar el detergent directament i fregar perquè s'impregne en la roba i, si el teixit ho permet, llavar en aigua calenta.”

- Busca al text exemples on la temperatura, la concentració, la superfície de contacte o els catalitzadors modifiquen la velocitat d'una reacció.
- Quin és el paper dels enzims? Per què existeixen detergents per a diferents tipus de taca?

4. Mesura de la quantitat de substància. El mol.

La unitat de massa al Sistema Internacional és el quilogram (kg), però per mesurar la quantitat de substància en química, el SI estableix una altra unitat, el mol, que està relacionada amb la quantitat de partícules.

4.1. Mol d'àtoms i nombre d'Avogadro.

La massa d'un àtom és la suma de la massa de les partícules que el formen: protons, neutrons i electrons. A escala atòmica es fa servir la **unitat de massa atòmica, u**, que coincideix, aproximadament, amb la massa d'un protó o un neutró. Com que la massa de l'electró és molt petita, es pot considerar que la massa d'un àtom, en unitats atòmiques, coincideix amb la suma del nombre de protons i neutrons.

Però al laboratori fem servir quantitats de l'ordre del gram, per això necessitem un múltiple de la unitat de massa atòmica.

Un **mol d'àtoms** és la quantitat d'un element equivalent a la que indica la seua massa atòmica en u, però expressada en grams. El mol és la unitat del SI per a la quantitat de substància.

El 1811, el químic Italià **Amedeo Avogadro** va establir la següent hipòtesi:

En un mol de qualsevol substància hi ha el mateix nombre de partícules: $6,022 \cdot 10^{23}$. S'anomena **nombre d'Avogadro (N_A)**.

4.2. Mol d'una substància.

Un **compost** està format per **diversos elements químics combinats en una proporció constant**.

Un **mol d'una substància** és la quantitat que resulta a partir dels mols dels elements que la formen en les quantitats que indica la seua fórmula química.

H
1 àtom de H = 1 u
1 mol de H = 1 g
1 g de H tiene $6,022 \cdot 10^{23}$ àtoms de H

O
1 àtom de O = 16 u
1 mol de O = 16 g
16 g de O tiene $6,022 \cdot 10^{23}$ àtoms de O

Au
1 àtom de Au = 197 u
1 mol de Au = 197 g
197 g de Au tiene $6,022 \cdot 10^{23}$ àtoms de Au

1 molécula de H ₂ O	1 mol de H ₂ O
2 àtoms de H. 2 · 1 u = 2 u de H.	2 mol de H. 2 · 1 g = 2 g de H.
1 àtom de O. 16 u de O.	1 mol de O. 16 g de O.
Masa molécula = 18 u.	Masa mol = 18 g.

Per exemple, 1 mol d'H₂O conté 2 mols d'H i 1 mol d'O.

Anomenem **massa molar (M)** a la massa d'un mol de substància.

Per exemple: $M(\text{H}_2\text{O}) = M(\text{H}) \cdot 2 + M(\text{O}) = 1 \cdot 2 + 16 = 18 \text{ g}$.

Si la substància forma molècules, en un mol de substància hi ha $6,022 \cdot 10^{23}$ molècules.

Exemple resolt:

- a) Un àtom d'alumini té una massa de 27 u. Quants grams són 3 mol d'alumini?

Si un àtom de Al = 27 u → 1 mol de Al = 27 g. Utilitzem un factor de conversió que indique l'equivalència entre quantitat de substància i massa.

$$3 \text{ mol Al} \cdot \frac{27 \text{ g Al}}{1 \text{ mol Al}} = \mathbf{81 \text{ g}} \text{ (és la massa de 3 mol de Al)}$$

- b) Si tenim un bloc de 100 g d'alumini, quants mols d'alumini tenim?

$$100 \text{ g Al} \cdot \frac{1 \text{ mol Al}}{27 \text{ g Al}} = \mathbf{3,7 \text{ mol Al}}$$

ACTIVITATS

4. Contesta al quadern:

- a) Quants àtoms tindrem a un bloc de 100 g d'alumini?
b) Si tenim $5 \cdot 10^{22}$ àtoms d'alumini, quants grams d'alumini hi ha?

Dada: $M(\text{Al}) = 27 \text{ u}$.

5. Contesta al quadern:

- a) Quants àtoms tindrem a un bloc de 100 g de plom?
b) Si tenim $5 \cdot 10^{22}$ àtoms de plom, quants grams de plom hi ha?

Dada: $M(\text{Pb}) = 207,2 \text{ u}$.

6. Tenim 66 g de CO₂.

- a) Quants mols de CO₂ hi ha?
b) Quants mols de O hi ha?
c) Quants àtoms de C hi ha?
d) Quants grams de O hi ha?
e) Quants grams de CO₂ necessitem per tindre 3 g de C?

Dades: $M(\text{C}) = 12 \text{ u}$; $M(\text{O}) = 16 \text{ u}$.

5. Càlculs a les reaccions químiques.

Quan es treballa amb reaccions químiques sovint cal conèixer la quantitat d'un producte que s'obté a partir d'una determinada quantitat d'un reactiu, o bé la quantitat d'un reactiu que cal per obtenir una determinada quantitat de producte.

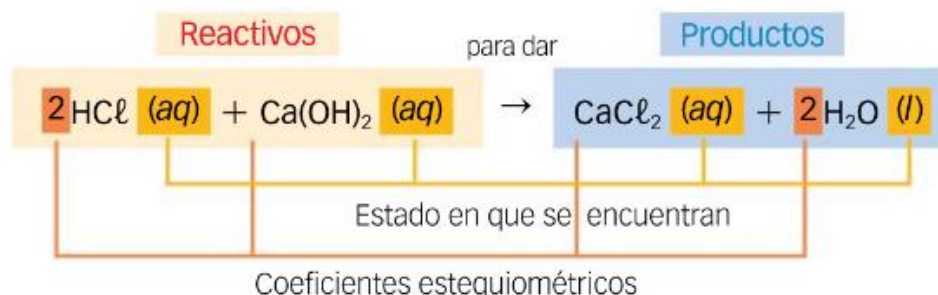
Per realitzar els càlculs estequiomètrics necessaris:

1. Escriu l'equació química.
2. Ajusta l'equació química.
3. Estableix les proporcions en què intervenen les diferents substàncies.

***RECORDA:** 1 mol de qualsevol gas a 1 atm de presió i una temperatura de 0 °C ocupa 22,4 L. S'anomena **volum molar**.

5.1. L'equació química.

L'equació química és la representació simbòlica d'una reacció.



Els **coeficients estequiomètrics** són números que s'escriuen davant de les fórmules de cada substància per indicar en quina proporció es combinen els mols en aquesta reacció.

5.2. Ajustar una equació química.

Ajustar una equació química és trobar els coeficients estequiomètrics de cadascuna de les substàncies de la reacció. Hem de tenir en compte la **lleï de la conservació de la massa**, que diu que en una reacció química la matèria ni es crea ni es destrueix, només es transforma.

La **teoria de les col·lisions** explica que en una reacció química **els àtoms es reorganitzen**, és a dir, deixen d'estar units com en els reactius per formar substàncies noves. Per això, ha d'aparèixer el **mateix nombre d'àtoms de cada element als reactius que als productes**.

Exemple resolt:

Escriu l'equació química de la reacció entre l'àcid clorhídric i l'hidròxid de calci per formar clorur de calci i aigua.

Passos que cal seguir...	Exemple...
1. Escriu les fórmules de les substàncies. Reactius → Productes	$\text{HCl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
2. Comença ajustant els elements que estan solament en un compost, per exemple, el Cl.	Hi ha 1 àtom de Cl als reactius (HCl) i 2 àtoms de Cl als productes (CaCl ₂). Per ajustar-ho cal escriure 2 HCl: $2\text{HCl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
3. De la mateixa forma, ajusta el Ca.	Hi ha 1 àtom de Ca als reactius (Ca(OH) ₂) i 1 àtom de Ca als productes (CaCl ₂). El Ca ja està ajustat.
4. Ajusta l'O.	Hi ha 2 àtoms d'O als reactius (Ca(OH) ₂) i 1 àtom d'O als productes (H ₂ O). Per ajustar-ho cal escriure 2 H ₂ O. $2\text{HCl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
5. Per últim, ajusta l'H.	Als reactius hi ha 2 àtoms d'H al Ca(OH) ₂ i altres 2 a l'HCl. En total hi ha 4 àtoms d'H. Als productes hi ha 4 àtoms d'H en 2 H ₂ O. Està ajustat.
6. Comprova que amb estos coeficients, tots els elements estan ajustats.	$2\text{HCl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

ACTIVITATS

7. Escriu l'equació química ajustada de les següents reaccions:
- Nitrogen + hidrogen → amoníac
 - Ferro + oxígen → òxid de ferro(III)
 - Carboni + oxígen → monòxid de carboni

5.3. Càlculs estequiomètrics.

Exemple resolt:

El ferro s'oxida en contacte amb el gas oxigen formant òxid de ferro(III). Si s'oxiden 5 g de llimadures de ferro, quants grams d'òxid de ferro(III) es formen?

Dades: $M(Fe) = 55,85 \text{ u}$; $M(O) = 16,00 \text{ u}$.

Escriu l'equació química ajustada. Baix de cada fórmula indica la informació que coneixes de cada substància.

4 Fe	+	3 O₂	→	2 Fe₂O₃
4 mol	Reacciona amb	3 mol	Per formar	2 mol
5 g				x

Calcula els mols de Fe en 5 g:

$$5 \text{ g Fe} \cdot \frac{1 \text{ mol Fe}}{55,85 \text{ g Fe}} = 0,09 \text{ mol Fe}$$

Relaciona els mols de Fe amb els mols de Fe₂O₃ que s'obtenen. Escriu el factor de conversió amb els coeficients estequiomètrics:

$$0,09 \text{ mol Fe} \cdot \frac{2 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{4 \text{ mol Fe}} = 0,045 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3$$

Calcula la massa molar del Fe₂O₃:

$$M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 55,85 \cdot 2 + 16 \cdot 3 = 159,7 \text{ g/mol}$$

$$0,045 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3 \cdot \frac{159,7 \text{ g Fe}_2\text{O}_3}{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} = 7,19 \text{ g Fe}_2\text{O}_3$$

ACTIVITATS

8. El metà (CH₄) és el principal component del gas natural. Quan es crema amb oxigen, es forma diòxid de carboni i aigua.
- Escriu i ajusta la reacció.
 - Calcula la massa de diòxid de carboni que es forma quan es crema 1 kg de metà.
 - Calcula la massa d'oxigen necessària per cremar 1 kg de metà.

Dades: $M(H) = 1 \text{ u}$; $M(C) = 12 \text{ u}$; $M(O) = 16 \text{ u}$.