

# U1

## Transformări chimice ale substanțelor. Calculul stoechiometric pe baza ecuațiilor reacțiilor chimice

În Univers, atât cât se ia de la un corp, tot atât se adaugă la altul.  
*M.V. Lomonosov – 1748*

**Tema 1** 14

**Reacții chimice. Ecuații ale reacțiilor chimice**

L1 Reacții chimice

L2 Legea conservării masei substanțelor

L3 Ecuația reacției chimice. Legea conservării numărului de atomi

**Tema 2** 20

**Calculul stoechiometric pe baza ecuațiilor reacțiilor chimice**

L4 Stoechiometria reacțiilor chimice

L5 Calcule stoechiometrice pe baza ecuațiilor reacțiilor chimice folosind puritatea

L6 Calcule stoechiometrice pe baza ecuațiilor reacțiilor chimice, folosind concentrația procentuală de masă

L7 Calcule stoechiometrice pe baza ecuațiilor reacțiilor chimice cu un reactant în exces

L8 Calcule stoechiometrice pe baza ecuațiilor reacțiilor chimice care au loc cu un randament

**Evaluare** 32

Exerciții și probleme. Test

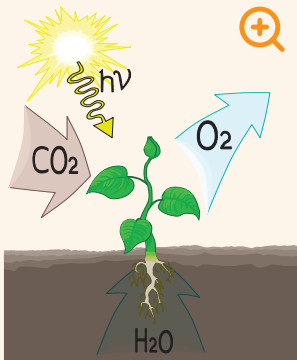




În natură, nimic nu se pierde, nimic nu se câștigă, totul se transformă.

*A.L. Lavoisier – 1774*





Procesul de fotosinteză

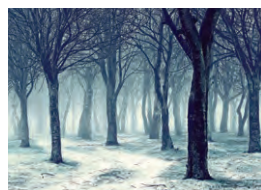
## Reacții chimice



### Știi deja

- Lumea din jurul tău se află într-o continuă schimbare, ca urmare a transformărilor pe care corpurile și substanțele le suferă necontenit.
- Transformările pot fi fizice, care nu schimbă compoziția substanțelor, numite și fenomene fizice, sau transformări care conduc la alte substanțe, numite fenomene chimice sau reacții chimice.

Spectacolul naturii, în trecerea de la un anotimp la altul, este posibil datorită unui lung șir de reacții chimice care pot conduce la formarea de substanțe sau la degradarea acestora.



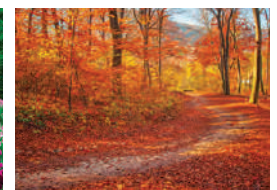
Iarna



Primăvara



Vara



Toamna

Miracolul lumii vegetale și, de altfel, al vieții pe Terra, așa cum o cunoaștem noi, are la bază o serie de reacții chimice care transformă apa și dioxidul de carbon în substanțe organice și oxigen, în prezența luminii solare, prin procesul de fotosinteză.

Plantele sunt capabile să obțină din dioxid de carbon și apă, printre altele, glucoza – componenta dulce din boabele de strugure, din pere, din prune.

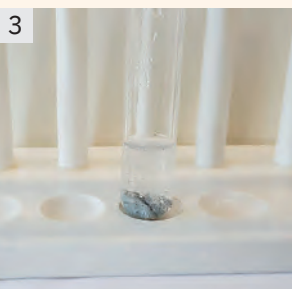
Mirosurile, schimbările de culoare, putrezirea frunzelor uscate, eliberarea de căldură sau lumină sunt semne ale producerii unor reacții chimice.



Granule de zinc



Soluție de acid clorhidric și granule de zinc



Reacția zincului cu acidul clorhidric



### Înveți lucruri noi

#### Să experimentăm

**Lucrează cu atenție! Respectă normele de protecție a propriei persoane și a mediului înconjurător!**

**Activitate în echipă.** Lucrează împreună cu colegul/colega de bancă.

La mesele de lucru se găsesc granule de zinc (fig. 1) pe sticla de ceas și soluție de acid clorhidric în eprubetă (fig. 2).

- Puneți granulele de zinc de pe sticla de ceas într-o eprubetă. Adăugați peste acestea soluție de acid clorhidric (fig. 3). Ce observați?
- Aproiați, cu atenție, un chibrit aprins de gura eprubetei. Priviți pereții eprubetei. Ce observați?
- Atingeți cu grijă partea de jos a eprubetei. Ce constatați?
- Transcrieți în caiete și completați tabelul de mai jos.

Experimentul realizat	Substanțele și ustensilele folosite	Observații	Concluzii

#### Interpretarea rezultatelor

- La adăugarea granulelor de zinc în soluția de acid clorhidric din eprubetă se observă consumarea zincului și degajarea rapidă a unor bule de gaz.
- La apropierea chibritului aprins, gazul care se degajă arde la gura eprubetei cu flacără slab albăstruie.
- Se obține o soluție incoloră și se constată, totodată, încălzirea puternică a eprubetei în care a avut loc transformarea.
- Pe pereții eprubetei se observă apariția unor picături de apă.

**Concluzie**

Acidul clorhidric și zincul s-au transformat în substanțe noi. Aprinderea gazului rezultă în faptul că acest gaz este hidrogenul.

Arderea hidrogenului în prezența oxigenului din aer a condus la formarea picăturilor de apă pe pereții eprubetei.

- Compară tabelul completat de tine cu cel prezentat mai jos.

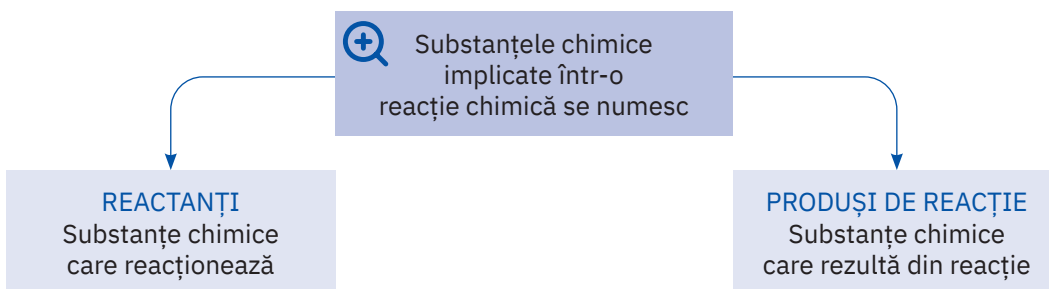
Experimentul realizat	Substanțele și ustensilele folosite	Observații	Concluzii
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reacția acidului clorhidric cu zincul</li> <li>• Arderea hidrogenului</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eprubetă</li> <li>• Sticlă de ceas</li> <li>• Granule de zinc</li> <li>• Soluție de acid clorhidric</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se degajă un gaz care arde cu flacără slab albăstruiă.</li> <li>• Se obține o soluție incoloră.</li> <li>• Eprubeta se încălzește în timpul desfășurării reacției.</li> <li>• Arderea gazului conduce la apariția picăturilor de apă.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• În eprubetă au loc fenomene care determină transformarea substanțelor inițiale în altele noi, cu alte proprietăți.</li> </ul>

**Reține**

Fenomenul chimic prin care una sau mai multe substanțe se transformă în alte substanțe cu compoziție și proprietăți noi se numește **reacție chimică**.

În experimentul realizat de voi, au avut loc două reacții chimice.

1. zinc + acid clorhidric → hidrogen + clorură de zinc
2. hidrogen + oxigen → apă



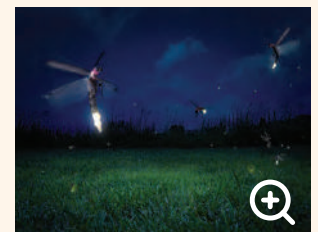
**Aplică**

Transcrie pe caiet și completează tabelul de mai jos, conform cerințelor, cu substanțele implicate în cele două reacții care au avut loc în experimentul realizat de voi.

Reactanți		Produși de reacție	
Substanțe simple	Substanțe compuse	Substanțe simple	Substanțe compuse

**ȘTIAI CĂ?**

Lumina produsă de licurici este un mijloc de comunicare între aceștia. Ea este rezultatul unei reacții cu consum de oxigen. Uimitor este faptul că, deși intensitatea luminii lor este de 1.000 de ori mai mare decât cea a unei lumânări, cantitatea de căldură degajată este foarte mică, astfel încât mica vietate luminoasă nu se arde cu propria „flacără“.



Licurici

## Legea conservării masei substanțelor



### Știi deja

- Într-o reacție chimică, substanțele care intră în reacție se numesc reactanți, iar substanțele care rezultă se numesc produși de reacție.
- Reprezentarea simbolică pentru 5 molecule de apă este  $5\text{H}_2\text{O}$ .

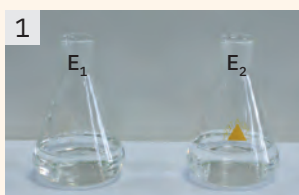
### Să lucrăm

#### Activitate individuală

Transcrie pe caiet și completează pe spațiile punctate din diagramele de mai jos numărul de atomi corespunzător fiecărui element, pentru substanțele reprezentate în dreptunghiurile verzi.



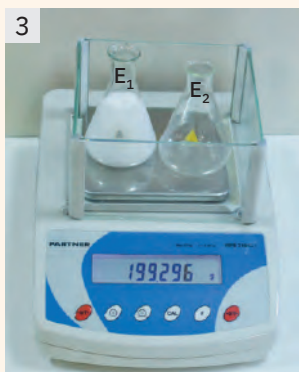
- Stabilirea numărului de atomi din fiecare element se realizează înmulțind coeficientul plasat în stânga formulei chimice cu indicele alăturat fiecărui simbol chimic din formula unei substanțe.
- Coeficientul și indicele 1 nu se scriu.



Paharele Erlenmeyer  $E_1$  și  $E_2$



Masa inițială a paharelor  $E_1$  și  $E_2$



Masa finală a paharelor  $E_1$  și  $E_2$



### Înveți lucruri noi

#### Să investigăm

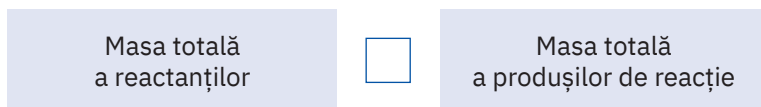
**Lucrează cu atenție! Respectă normele de protecție a propriei persoane și a mediului înconjurător!**

**Activitate în echipă.** Lucrează cu colegul/colega de bancă. Realizați un demers investigativ prin care să descoperiți relația matematică ce se stabilește din punct de vedere masic între reactanții și produșii unei reacții chimice.

- În paharul Erlenmeyer  $E_1$ , se află 50 g de soluție de azotat de argint cu concentrația 17%, iar în paharul Erlenmeyer  $E_2$ , 50 g de soluție de clorură de sodiu cu concentrația procentuală 5,85% (fig. 1).
- Cântăriți cele două pahare Erlenmeyer împreună, cu ajutorul balanței electronice. Notați masa indicată (fig. 2).
- Turnați conținutul paharului  $E_2$  peste soluția din paharul  $E_1$ .
- Notați în tabel observațiile constatate.
- Cântăriți din nou cele două pahare  $E_1$  și  $E_2$  împreună (fig. 3). Notați masa indicată.
- Transcrieți pe caiete și completați următorul tabel:

Operația efectuată	Substanțele și ustensilele folosite	Masa inițială a paharelor $E_1$ și $E_2$	Observații	Masa finală a paharelor $E_1$ și $E_2$	Concluzie

- Transcrieți pe caiete și puneți semnul <, = sau > în pătratul liber din diagrama de mai jos:



### Interpretarea rezultatelor

- Formarea substanței insolubile, de culoare albă, la amestecarea celor două soluții, demonstrează producerea unei reacții chimice.
- Masa totală a celor două pahare Erlenmeyer este aceeași, înainte și după producerea reacției chimice.

### Concluzie

Relația matematică rezultată în urma experimentului de mai sus este:



Pe baza a numeroase experimente, în anul 1748 chimistul rus M.V. Lomonosov a intuit o lege foarte importantă, pe care chimistul francez A.L. Lavoisier a demonstrat-o experimental în anul 1774 și a enunțat-o astfel: „Nimic nu se pierde, nimic nu se creează [...], înainte și după reacție cantitatea de materie este aceeași.“



### Reține

#### Legea conservării masei substanțelor

Într-o reacție chimică, suma maselor substanțelor care intră în reacție este egală cu suma maselor substanțelor care rezultă din reacție.



### Aplică

- 1 Într-o reacție chimică, se consumă 100 g de substanță A și  $x$  g de substanță B și se formează 111 g de substanță C, 18 g de substanță D și 44 g de substanță E. Calculează valoarea lui  $x$ , pe baza legii conservării masei substanțelor.
- 2  $x$  g de substanță A, prin încălzire, se transformă în 160 g de substanță B și 88 g de substanță C. Pornind de la legea conservării masei substanțelor, determină valoarea lui  $x$ .

### Joc și chimie



Figurile geometrice din diagrama de mai sus au următoarele semnificații:

- dreptunghiul albastru semnifică reactantul  $R_1$ , cu masa de  $x$  g, unde  $x$  este pătratul celui mai mare număr natural impar de o cifră;
- dreptunghiul galben semnifică reactantul  $R_2$ , cu masa de  $y$  g, unde  $y$  este cel mai mare număr par natural alcătuit din două cifre;
- triunghiul roz semnifică produsul de reacție  $P_1$ , cu masa de  $z$  g, unde  $z$  este răsturnatul numărului  $x$ ;
- triunghiul verde semnifică produsul de reacție  $P_2$ , cu masa de  $w$  g.

Știind că diagrama de mai sus reprezintă schematic ecuația unei reacții chimice pentru care se respectă legea conservării masei substanțelor, determină, împreună cu colegul/colega de bancă, valorile  $x$ ,  $y$ ,  $z$  și  $w$  și scrieți-le în figurile geometrice corespunzătoare, pe care le-ați transcris, mai întâi, în caietele voastre.

### ȘTIAI CĂ?



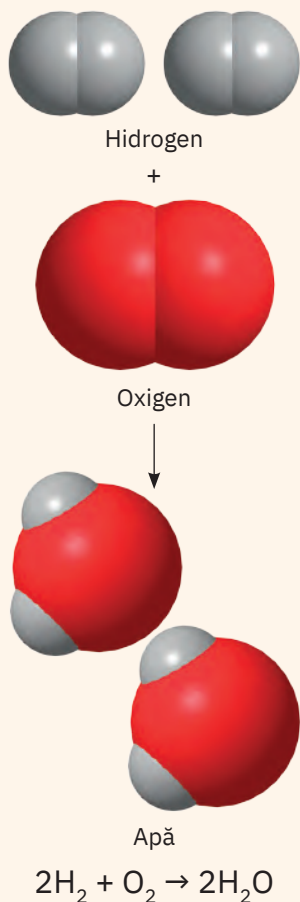
**Mihail Vasilevici  
Lomonosov**  
(1711 – 1765)

Personalitate marcantă a vieții culturale și științifice din Rusia secolului al XVIII-lea. Este cunoscut ca poet, chimist, fizician, pictor, geograf, istoric, promotor al culturii și om de stat. Numele său este legat de realizarea unor experimente care au condus la descoperirea *Legii conservării masei substanțelor*.



**Antoine Laurent  
de Lavoisier**  
(1743 – 1794)

Chimist, filozof și economist francez. A clasificat substanțele anorganice în *oxizi, baze, acizi și săruri*. A elaborat o listă a tuturor elementelor chimice cunoscute până atunci și a enunțat *Legea conservării masei substanțelor*. A introdus noțiunea de *element chimic* și a demonstrat că tot ce ne înconjoară este compus din elemente chimice.



Semnificație calitativă  
→ indică natura  
substanțelor reactante și  
a produșilor de reacție.

Semnificația  
ecuației unei  
reacții chimice

Semnificație cantitativă  
→ la nivel microscopic  
indică numărul de  
particule (atomi, ioni,  
molecule) din reactanți  
și din produșii de reacție.  
→ la nivel macroscopic  
indică numărul de  
moli de reactanți și de  
produși de reacție.

## Ecuația reacției chimice.

### Legea conservării numărului de atomi



Știi deja

- Într-o reacție chimică, suma maselor reactanților este egală cu suma maselor produșilor de reacție.



Înveți lucruri noi

Reactanții și produșii de reacție sunt substanțe ionice sau moleculare alcătuite din ioni, atomi sau molecule. Masele acestor particule, însumate, reprezintă valorile maselor de reactanți și de produși de reacție. Ca urmare, într-o reacție chimică, o consecință a *Legii conservării masei substanțelor* este *Legea conservării numărului de atomi*.



Reține

#### Legea conservării numărului de atomi

Într-o reacție chimică, numărul atomilor dintr-un element care se găsește în reactanți este egal cu numărul atomilor din acel element care se află în produșii de reacție.

În lucrările de specialitate, în schemele proceselor tehnologice, reacțiile chimice se reprezintă cu ajutorul formulelor chimice ale reactanților și ale produșilor de reacție, separate printr-o săgeată →, care indică sensul de desfășurare a transformărilor respective.

#### Stabilirea coeficienților ecuațiilor reacțiilor chimice

Vom descoperi etapele care trebuie urmate pentru reprezentarea reacțiilor chimice cu ajutorul formulelor chimice și cu respectarea, totodată, a legii conservării numărului de atomi.

În tabelul următor sunt reprezentate aceste etape pentru reacția de ardere a hidrogenului:

hidrogen + oxigen → apă

Etapele de lucru	Rezolvarea cerințelor pentru fiecare etapă									
1 Scrie denumirile reactanților și ale produșilor de reacție.	hidrogen + oxigen → apă									
2 Scrie formulele chimice ale reactanților și formula chimică a produsului de reacție.	$\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$									
3 Stabilește numărul de atomi pentru fiecare element chimic din reactanți și din produsul de reacție.	<table style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>2 atomi H</td> <td>2 atomi H</td> </tr> <tr> <td>2 atomi O</td> <td>1 atom O</td> </tr> </table>	2 atomi H	2 atomi H	2 atomi O	1 atom O					
2 atomi H	2 atomi H									
2 atomi O	1 atom O									
4 Stabilește egalitatea dintre numărul de atomi din reactanți și din produsul de reacție pentru fiecare element chimic, prin adăugare de coeficienți.	<table style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td><math>2\text{H}_2 + \text{O}_2</math></td> <td>→</td> <td><math>2\text{H}_2\text{O}</math></td> </tr> <tr> <td>2 x 2 atomi H</td> <td>2 x 2 atomi H</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2 atomi O</td> <td>2 x 1 atomi O</td> <td></td> </tr> </table>	$2\text{H}_2 + \text{O}_2$	→	$2\text{H}_2\text{O}$	2 x 2 atomi H	2 x 2 atomi H		2 atomi O	2 x 1 atomi O	
$2\text{H}_2 + \text{O}_2$	→	$2\text{H}_2\text{O}$								
2 x 2 atomi H	2 x 2 atomi H									
2 atomi O	2 x 1 atomi O									

Pe baza algoritmului prezentat mai sus, realizează în caiet un tabel asemănător pentru ecuația reacției chimice:

hidrogen + clor → acid clorhidric



Reține

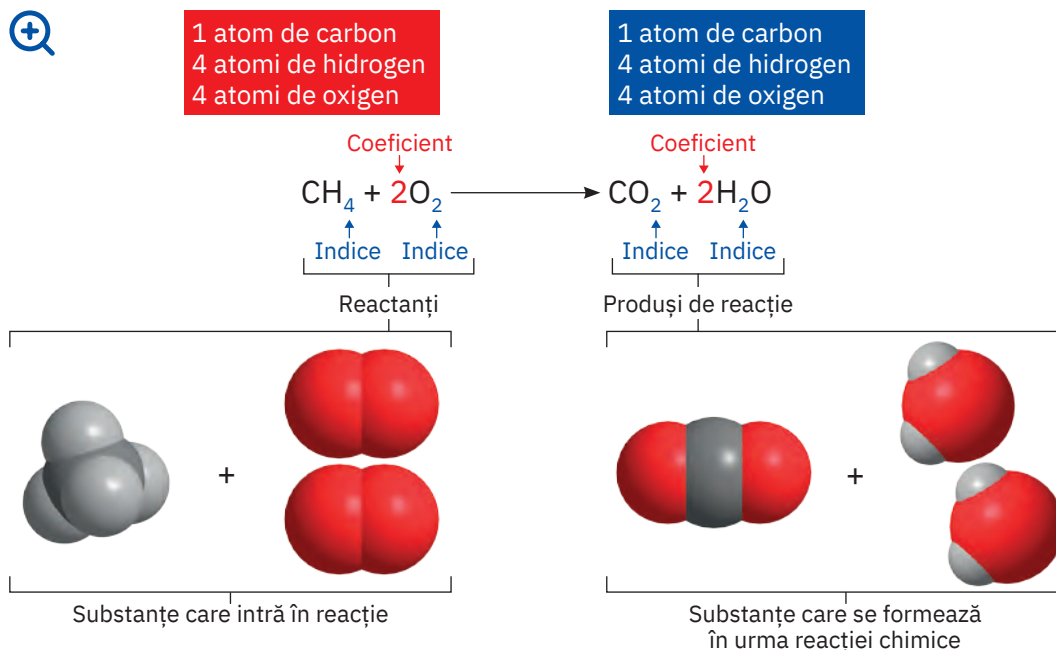
- Reprezentarea unei reacții chimice cu ajutorul simbolurilor și al formulelor chimice se numește **ecuația reacției chimice**.
- Pentru respectarea legii conservării numărului de atomi, se folosesc anumite numere scrise în fața formulei chimice, numite **coeficienți**.
- În ecuația unei reacții chimice, pentru indicarea formării unei substanțe gazoase care se degajă sau a unei substanțe insolubile care se depune, numită **precipitat**, se folosesc simbolurile ↑, respectiv ↓, scrise în dreapta formulelor chimice respective.



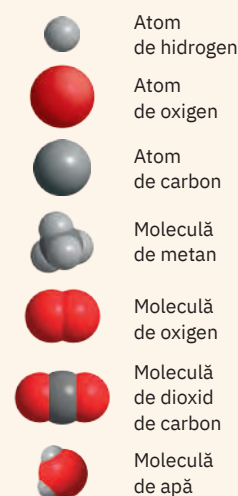
### Să observăm

**Activitate în echipă.** Lucrează împreună cu colegul/colega de bancă.

- Priviți cu atenție imaginea de mai jos, care prezintă, alături de ecuația reacției chimice, modelele structurale ale substanțelor implicate în reacția de ardere a gazului metan.



Arderea gazului metan



- Transcrieți pe caiete și completați, conform cerințelor, tabelul de mai jos.

Reactanți				Produși de reacție			
Substanțe simple		Substanțe compuse		Substanțe simple		Substanțe compuse	
Formula	Nr. de atomi	Formula	Nr. de atomi din fiecare element	Formula	Nr. de atomi	Formula	Nr. de atomi din fiecare element

- Precizați cum se numesc și pentru ce sunt folosite numerele scrise cu albastru, respectiv cu roșu, pe ecuația reacției chimice reprezentată mai sus.

Coeficienții stabilesc relațiile cantitative dintre participanții la o reacție chimică, fiind cunoscuți și sub numele de **coeficienți stoichiometrici**. Cuvântul *stoichiometric* provine din limba greacă, de la cuvintele *stokheion* care înseamnă „element” și *metron* care înseamnă „măsură”. Conform IUPAC (Uniunea Internațională de Chimie Pură și Aplicată), după stabilirea coeficienților, în ecuația reacției chimice, între formulele chimice ale reactanților și ale produșilor de reacție se poate folosi atât săgeata  $\rightarrow$ , cât și semnul  $=$ .



### Aplică



- Stabilește coeficienții stoichiometrici pentru următoarele ecuații ale reacțiilor chimice:
  - $\text{Ca} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CaO}$
  - $\text{Zn} + \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$
  - $\text{Na} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NaCl}$
  - $\text{Al} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{AlCl}_3$
  - $\text{AgNO}_3 + \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{AgCl}\downarrow + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
  - $\text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- Scrive ecuațiile reacțiilor chimice notate mai jos și stabilește coeficienții stoichiometrici:
  - oxid de aluminiu + acid clorhidric  $\rightarrow$  clorură de aluminiu + apă;
  - hidroxid de calciu + acid sulfuric  $\rightarrow$  sulfat de calciu + apă;
  - clorură de cupru (II) + hidroxid de potasiu  $\rightarrow$  clorură de potasiu + hidroxid de cupru (II);
  - sulfat de litiu + clorură de bariu  $\rightarrow$  clorură de litiu + sulfat de bariu.

### ȘTIAI CĂ?

Uniunea Internațională de Chimie Pură și Aplicată (IUPAC) este autoritatea mondială privind nomenclatura și terminologia chimică, acest forum științific fiind cel care, printre altele, propune numele unor noi elemente din Tabelul Periodic al Elementelor. Organizația furnizează, de asemenea, expertiză științifică obiectivă pentru soluționarea unor probleme globale, care implică aspecte ale chimiei.

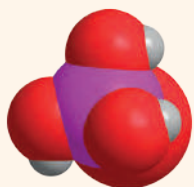
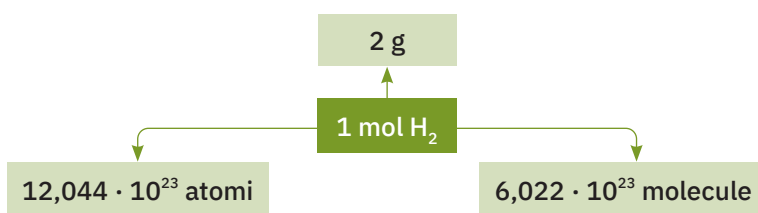


## Stoichiometria reacțiilor chimice



### Știi deja

- Ecuatiile reacțiilor chimice au dublă semnificație:
  - calitativă – indică natura substanțelor reactante și a produșilor de reacție;
  - cantitativă – indică numărul de moli de reactanți și de produși de reacție, după stabilirea coeficienților stoichiometrici corespunzători.
- În Sistemul internațional de unități, molul reprezintă unitatea de măsură pentru cantitatea de substanță.



Molecula de acid fosforic,  
 $\text{H}_3\text{PO}_4$

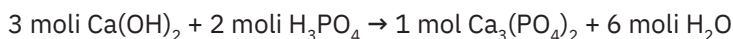
### Înveți lucruri noi

Stoichiometria este partea chimiei care se ocupă cu studiul cantitativ al reacțiilor chimice. Într-o reacție chimică, între cantitățile de reactanți și cele de produși de reacție există o relație de proporționalitate.

Spre exemplu, *reacția chimică dintre hidroxidul de calciu și acidul fosforic are ecuația:*



Din punct de vedere stoichiometric, pentru a evidenția cantitățile de reactanți și de produși ai reacției, aceasta se poate reprezenta astfel:

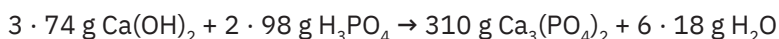


și se citește:

*3 moli de hidroxid de calciu reacționează cu 2 moli de acid fosforic și formează 1 mol de fosfat de calciu și 6 moli de apă.*

Masa fiecărui compus care participă la reacție se calculează transformând numărul de moli în masa de substanță (exprimată în grame), folosind masele molare:

$$\begin{aligned}
 M_{\text{Ca}(\text{OH})_2} &= 40 + 2 \cdot 16 + 2 \cdot 1; & M_{\text{Ca}(\text{OH})_2} &= 74 \text{ g/mol} \\
 M_{\text{H}_3\text{PO}_4} &= 3 \cdot 1 + 31 + 4 \cdot 16; & M_{\text{H}_3\text{PO}_4} &= 98 \text{ g/mol} \\
 M_{\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2} &= 3 \cdot 40 + 2 \cdot 31 + 8 \cdot 16; & M_{\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2} &= 310 \text{ g/mol} \\
 M_{\text{H}_2\text{O}} &= 2 \cdot 1 + 16; & M_{\text{H}_2\text{O}} &= 18 \text{ g/mol}
 \end{aligned}$$



În laboratoarele de chimie, în procesele tehnologice de obținere a unor produși – medicamente, săpunuri, detergenți, îngrășăminte chimice, produse cosmetice, fontă, oțel etc. –, este foarte important să se poată determina cantitățile de materii prime și de produși dintr-o reacție chimică sau dintr-o succesiune de reacții chimice.

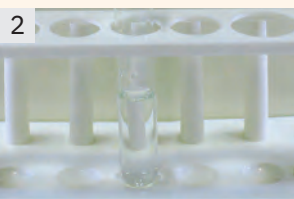
### ▶ Să experimentăm

**Lucrează cu atenție! Respectă normele de protecție a propriei persoane și a mediului înconjurător!**

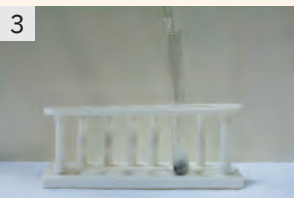
**Activitate în echipă.** Lucrează împreună cu colegul/colega de bancă la următorul experiment. Hidrogenul se poate obține în laborator din reacția acizilor cu unele metale. La mesele de lucru aveți 0,4 moli de șpan de aluminiu (fig. 1) și, respectiv, soluție de acid clorhidric (fig. 2). Puneți șpanul de aluminiu într-o eprubetă. Adăugați, puțin câte puțin, soluție de acid clorhidric peste șpanul de aluminiu și notați în caiete observațiile (fig. 3).



1  
Aluminiu



2  
Soluție de acid clorhidric



3  
Reacția aluminiului cu acidul clorhidric

**Interpretarea rezultatelor**

- Se observă consumarea șpanului de aluminiu pe măsură ce se adaugă soluția de acid clorhidric.
- La adăugarea cantității stoichiometrice de soluție de acid clorhidric, reacționează tot șpanul de aluminiu. Se observă degajarea unui gaz.

**Concluzie**

Acidul clorhidric a reacționat cu șpanul de aluminiu și s-au format substanțe noi. A avut loc reacția:

**Să lucrăm****Probleme rezolvate****1 Calcularea cantității unui produs de reacție când se cunoaște cantitatea dintr-un reactant**

Calculează cantitatea de hidrogen care s-a degajat în urma experimentului pe care l-ai realizat anterior, considerând că s-a consumat întreaga cantitate de șpan de aluminiu.

În tabelul următor sunt prezentate etapele care trebuie parcurse pentru rezolvare.

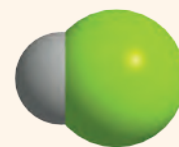
Etapele de lucru	Rezolvarea cerințelor pentru fiecare etapă
1 Notarea datelor problemei	0,4 moli Al; x moli H <sub>2</sub>
2 Scrierea ecuației reacției chimice	$2\text{Al} + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$
3 Reprezentarea ecuației stoichiometrice	2 moli Al + 6 moli HCl → 2 moli AlCl <sub>3</sub> + 3 moli H <sub>2</sub>
4 Calcularea cantității de substanță necunoscută pe baza ecuației stoichiometrice, folosind regula de trei simplă	<i>se obțin</i> Dacă din 2 moli de Al ..... 3 moli de H <sub>2</sub> <i>se obțin</i> atunci din 0,4 moli de Al ..... x moli de H <sub>2</sub>
5 Scrierea proporției obținute	$\frac{2 \text{ moli}}{0,4 \text{ moli}} = \frac{3 \text{ moli}}{x \text{ moli}}$
6 Calcularea necunoscutei	$x = \frac{3 \text{ moli} \cdot 0,4 \text{ moli}}{2 \text{ moli}}$ ; x = 0,6 moli H <sub>2</sub>

**2 Determinarea masei unui reactant care se consumă pentru a obține o masă dată de produs de reacție**

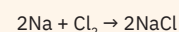
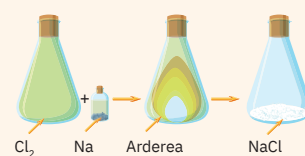
În imaginea alăturată este reprezentat procesul de ardere a sodiului în atmosferă de clor. Calculați masa de clor care se consumă în reacția cu sodiul, dacă se obțin 1170 g de clorură de sodiu. Are loc reacția:



Etapele de lucru	Rezolvarea cerințelor pentru fiecare etapă
1 Notarea datelor problemei	1170 g NaCl; x g Cl <sub>2</sub>
2 Scrierea ecuației reacției chimice	$2\text{Na} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{NaCl}$
3 Reprezentarea ecuației stoichiometrice	2 moli Na + 1 mol Cl <sub>2</sub> → 2 moli NaCl 2 · 23 g Na + 71 g Cl <sub>2</sub> → 2 · 58,5 g NaCl
4 Calcularea masei de substanță necunoscută pe baza ecuației stoichiometrice, folosind regula de trei simplă	<i>se obțin</i> Dacă din 71 g de Cl <sub>2</sub> ..... 2 · 58,5 g NaCl <i>se obțin</i> atunci din x g de Cl <sub>2</sub> ..... 1170 g NaCl



Molecula de acid clorhidric, HCl



Arderea sodiului în atmosferă de clor

S-au folosit masele molare ale reactanților și ale produșilor de reacție

$$M_{\text{Cl}_2} = 2 \cdot 35,5$$

$$M_{\text{Cl}_2} = 71 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{NaCl}} = 23 + 35,5$$

$$M_{\text{NaCl}} = 58,5 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{Na}} = 23 \text{ g/mol}$$



Azotat de calciu

S-au folosit masele molare ale reactanților și ale produșilor de reacție

$$M_{\text{Ca(OH)}_2} = 40 + 2 \cdot 16 + 2 \cdot 1$$

$$M_{\text{Ca(OH)}_2} = 74 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{HNO}_3} = 1 + 14 + 3 \cdot 16$$

$$M_{\text{HNO}_3} = 63 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{Ca(NO}_3)_2} = 40 + 2 \cdot 14 + 6 \cdot 16$$

$$M_{\text{Ca(NO}_3)_2} = 164 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{H}_2\text{O}} = 2 \cdot 1 + 16$$

$$M_{\text{H}_2\text{O}} = 18 \text{ g/mol}$$

Etapele de lucru	Rezolvarea cerințelor pentru fiecare etapă
5 Scrierea proporției obținute	$\frac{71 \text{ g}}{x \text{ g}} = \frac{2 \cdot 58,5 \text{ g}}{1170 \text{ g}}$
6 Calcularea necunoscutei	$x = \frac{71 \text{ g} \cdot 1170 \text{ g}}{2 \cdot 58,5 \text{ g}}; x = 710 \text{ g Cl}_2$

### 3 Calcularea cantității/masei unui produs de reacție când se cunoaște masa dintr-un reactant

Azotatul de calciu este o sare utilizată ca îngrășământ chimic, pentru a suplimenta cantitățile de calciu și de azot din solurile cultivate. Se poate obține prin reacția hidroxidului de calciu cu acidul azotic.

Determină cantitatea de azotat de calciu care se obține, dacă se consumă 296 g de hidroxid de calciu. Are loc următoarea reacție:



Etapele de lucru	Rezolvarea cerințelor pentru fiecare etapă
1 Notarea datelor problemei	$m_{\text{Ca(OH)}_2} = 296 \text{ g}; n_{\text{Ca(NO}_3)_2} = x \text{ moli}$
2 Scrierea ecuației reacției chimice	$\text{Ca(OH)}_2 + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Ca(NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
3 Reprezentarea ecuației stoichiometrice în moli și grame	1 mol $\text{Ca(OH)}_2$ + 2 moli $\text{HNO}_3 \rightarrow$ 1 mol $\text{Ca(NO}_3)_2$ + 2 moli $\text{H}_2\text{O}$ 74 g $\text{Ca(OH)}_2$ + 2 · 63 g $\text{HNO}_3 \rightarrow$ 164 g $\text{Ca(NO}_3)_2$ + 2 · 18 g $\text{H}_2\text{O}$
4 Calcularea cantității de substanță necunoscută pe baza ecuației stoichiometrice, folosind regula de trei simplă	<i>se obține</i> Dacă din 74 g $\text{Ca(OH)}_2$ ..... 1 mol $\text{Ca(NO}_3)_2$ <i>se obțin</i> atunci din 296 g $\text{Ca(OH)}_2$ ..... x moli $\text{Ca(NO}_3)_2$
5 Scrierea proporției obținute	$\frac{74 \text{ g}}{296 \text{ g}} = \frac{1 \text{ mol}}{x \text{ moli}}$
6 Calcularea necunoscutei	$x = \frac{296 \text{ g} \cdot 1 \text{ mol}}{74 \text{ g}}; x = 4 \text{ moli Ca(NO}_3)_2$

#### Activitate individuală

Folosind algoritmul de lucru prezentat mai sus, transcrie pe caiet și completează tabelul de mai jos, rezolvând sarcinile de lucru.

O metodă de obținere a metalelor este reacția oxizilor metalici cu hidrogenul. Calculează masa de cupru care se obține dacă se consumă 1 620 g de oxid de cupru (II). Are loc reacția:



Etapele de lucru	Rezolvarea cerințelor pentru fiecare etapă
1 Notarea datelor problemei	
2 Scrierea ecuației reacției chimice	
3 Reprezentarea ecuației stoichiometrice	
4 Calcularea masei de substanță necunoscută pe baza ecuației stoichiometrice, folosind regula de trei simplă	
5 Scrierea proporției obținute	
6 Calcularea necunoscutei	

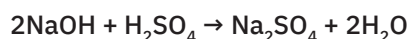


**Reține**

- Coeficienții stoichiometrici indică numărul de moli de substanțe care reacționează sau care rezultă dintr-o reacție.
- Pentru cantități/mase de reactanți/produși de reacție, se folosește regula de trei simplă, prin care se corelează coeficienții stoichiometrici cu datele problemei.

**Aplică**

- 1 Hidroxidul de sodiu reacționează cu 5 moli de acid sulfuric, conform următoarei ecuații a reacției chimice:

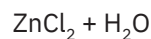
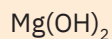
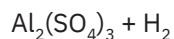
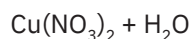
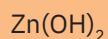
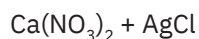
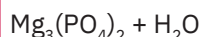


- Calculează masa de hidroxid de sodiu care este necesară pentru a reacționa cu toată cantitatea de acid sulfuric.
  - Determină numărul de moli de sare ce rezultă din reacție.
  - Calculează numărul de molecule de apă care se obțin.
  - Află câți atomi de oxigen se găsesc în total în produșii de reacție.
- 2 O masă  $x$  de fier reacționează cu  $y$  moli de acid clorhidric și rezultă  $z$  g de clorură de fier (II) și  $12,044 \cdot 10^{24}$  molecule de hidrogen.
- Scrive ecuația reacției chimice care a avut loc.
  - Determină valorile necunoscutelor  $x$ ,  $y$ ,  $z$ .
- 3 224 g de oxid de calciu (var nestins) reacționează cu apa și formează hidroxidul de calciu (varul stins). Reacția este cunoscută ca „reacția de stingere a varului”.
- Determină masa de var stins care se obține.
  - Calculează volumul de apă necesar (densitatea apei =  $1 \text{ g/cm}^3$ ).
  - Află numărul de moli de atomi de hidrogen care se găsește în masa de var stins obținută.

**Joc și chimie**

Formulele chimice care sunt plasate pe aceleași figuri geometrice, colorate la fel, reprezintă reactanții unor reacții chimice. Formulele chimice scrise în dreptunghiurile albe sunt ale produșilor de reacție corespunzători fiecărei perechi de reactanți.

- Asociază formulele chimice ale reactanților din formele colorate cu produșii de reacție din dreptunghiurile albe. Scrive ecuațiile stoichiometrice ale reacțiilor chimice corespunzătoare.
- Identifică reacția în care unul dintre produșii de reacție este substanța simplă cea mai răspândită în Univers.
- Pentru reacția în care unul dintre produșii de reacție este gaz, calculează cantitatea de sare obținută, dacă se folosește o masă de 490 g din reactantul substanță compusă.

**VERIFICĂ-TE SINGUR!**

Copiază în caiet și încercuiește litera corespunzătoare răspunsului corect.

- Legea conservării masei substanțelor a fost enunțată de chimistul:
  - D. Mendeleev;
  - A. Lavoisier;
  - Democrit.
- Substanțele care intră într-o reacție chimică se numesc:
  - reactanți;
  - produși de reacție;
  - precipitate.
- Într-o reacție chimică, masele reactanților, față de masele produșilor de reacție, sunt:
  - mai mari;
  - egale;
  - mai mici.
- Ecuația stoichiometrică scrisă corect pentru reacția dintre oxidul de aluminiu și acidul clorhidric este:
  - $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{HCl} \rightarrow 2\text{AlCl}_3 + \text{H}_2\text{O}$
  - $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} \rightarrow \text{AlCl}_3 + \text{H}_2\text{O}$
  - $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- În ecuația reacției chimice  $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$  numărul de moli de produși de reacție este:
  - 15;
  - 11;
  - 10.
- Masa de clor care se consumă în reacția cu 336 g de fier, conform ecuației reacției chimice:  $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{FeCl}_3$  este:
  - 248 g;
  - 446 g;
  - 639 g.

Acordă-ți 1,5 puncte pentru fiecare răspuns corect și un punct din oficiu.

**Total: 10 puncte**

**Timp de lucru: 10 minute.**

1. b.; 2. a.; 3. b.; 4. c.; 5. c.; 6. c.

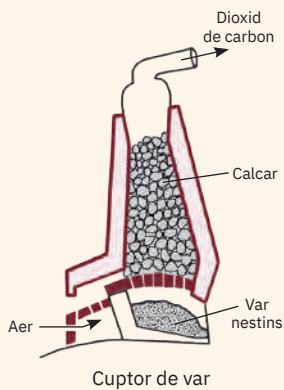
Răspunsuri:

### ▶ DACĂ VREI SĂ ȘTII MAI MULT...

Peșterile spectaculoase, cu formațiuni uimitoare, stalactite și stalagmite, sunt specifice masivelor muntoase de natură calcaroasă. Reacțiile care au loc pentru apariția acestor formațiuni se bazează pe dizolvarea și apoi precipitarea  $\text{CaCO}_3$ , în funcție de temperatură și de concentrația de  $\text{CO}_2$ .



Peștera Urșilor



S-au folosit masele molare ale reactanților și ale produșilor de reacție

$$M_{\text{CaCO}_3} = 40 + 12 + 3 \cdot 16$$

$$M_{\text{CaCO}_3} = 100 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{CaO}} = 40 + 16$$

$$M_{\text{CaO}} = 56 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{CO}_2} = 12 + 2 \cdot 16$$

$$M_{\text{CO}_2} = 44 \text{ g/mol}$$

## Calculul stoichiometric pe baza ecuațiilor reacțiilor chimice folosind puritatea

### ! Știi deja

- În natură, substanțele se găsesc preponderent sub formă de amestecuri de substanțe.
- Substanța impură este substanța care nu este perfect curată. Aceasta poate fi un amestec de două sau mai multe substanțe, dintre care, într-un anumit proces, doar una are valoare din punct de vedere chimic.
- Cantitativ, puritatea unei substanțe, exprimată în procente de masă, reprezintă masa de substanță pură care se află în 100 de unități de masă de substanță impură.

$$\frac{p}{100} = \frac{\text{masă de substanță pură}}{\text{masă de substanță impură}}$$

### Înveți lucruri noi

#### Să observăm

Piatra de var este o rocă răspândită în masivele muntoase de natură calcaroasă, care conține, în principal, carbonat de calciu. Este folosită, printre altele, la obținerea oxidului de calciu (varul nestins) utilizat în construcții. Transformarea are loc la încălzire, în cuptoare speciale.

Privește cu atenție imaginea cuptorului de var de pe coloană, în care este reprezentată, schematic, această transformare. Scrie pe caiet denumirile și formulele chimice ale reactantului și produșilor de reacție.

#### Să lucrăm

##### Probleme rezolvate

#### 1 Calcularea masei unui produs de reacție când se cunoaște masa de reactant cu impurități

Calculează masa de var nestins care se obține dacă se folosește 1 tonă de piatră de var de puritate 80%. Impuritățile sunt inerte chimic. Are loc reacția:



Etapele de lucru	Rezolvarea cerințelor pentru fiecare etapă
1 Notarea datelor problemei	$m_{\text{piatră de var}} = 1 \text{ tonă}; p = 80\%; m_{\text{var nestins}} = x \text{ kg}$
2 Scrierea ecuației reacției chimice	$\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$
3 Reprezentarea ecuației stoichiometrice	1 mol $\text{CaCO}_3 \rightarrow 1 \text{ mol CaO} + 1 \text{ mol CO}_2$ 100 g $\text{CaCO}_3 \rightarrow 56 \text{ g CaO} + 44 \text{ g CO}_2$
4 Determinarea masei de reactant pur	1 t = 1000 kg 100 kg calcar ..... 80 kg $\text{CaCO}_3$ pur 1000 kg calcar ..... x kg $\text{CaCO}_3$ pur $x = \frac{1000 \text{ kg} \cdot 80 \text{ kg}}{100 \text{ kg}}; x = 800 \text{ kg CaCO}_3 \text{ pur}$ Sau folosind formula purității: $\frac{80}{100} = \frac{m_{\text{subst. pură}}}{1000 \text{ kg}}; m_{\text{subst. pură}} = 800 \text{ kg CaCO}_3$
5 Calcularea masei de substanță necunoscută pe baza ecuației stoichiometrice, folosind regula de trei simplă	<i>se obțin</i> Dacă din 100 kg $\text{CaCO}_3$ ..... 56 kg CaO <i>se obțin</i> atunci din 800 kg $\text{CaCO}_3$ ..... x kg CaO
6 Scrierea proporției obținute	$\frac{100 \text{ kg}}{800 \text{ kg}} = \frac{56 \text{ kg}}{x \text{ kg}}$
7 Calcularea necunoscutelor	$x = \frac{800 \text{ kg} \cdot 56 \text{ kg}}{100 \text{ kg}}; x = 448 \text{ kg CaO}$

## 2 Calcularea masei de substanță impură care se consumă într-o reacție chimică, dacă se cunoaște masa unui produs de reacție

Acidul azotic a fost obținut în anul 1625 de chimistul german Johann Rudolf Glauber, din salpetru de Chile, azotat de sodiu impur, în prezența „uleiului de vitriol”, soluție concentrată de acid sulfuric, conform reacției chimice:



În semn de recunoaștere a contribuției aduse de J.R. Glauber la dezvoltarea chimiei ca știință experimentală, sarea rezultată din această reacție este cunoscută sub numele de **sarea Glauber**. Calculează masa de azotat de sodiu cu o puritate de 78% care se consumă pentru a obține 710 g de sulfat de sodiu conform reacției date.

Etapele de lucru	Rezolvarea cerințelor pentru fiecare etapă
1 Notarea datelor problemei	$m_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = 710 \text{ g}; m_{\text{NaNO}_3} = x \text{ g}$
2 Scrierea ecuației reacției chimice	$2\text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HNO}_3$
3 Reprezentarea ecuației stoichiometrice	$2 \text{ moli NaNO}_3 + 1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{ moli HNO}_3$ $2 \cdot 85 \text{ g NaNO}_3 + 98 \text{ g H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 142 \text{ g Na}_2\text{SO}_4 + 2 \cdot 63 \text{ g HNO}_3$
4 Calcularea masei de substanță necunoscută pe baza ecuației stoichiometrice, folosind regula de trei simplă	<p style="text-align: center;"><i>se obțin</i></p> Dacă din $2 \cdot 85 \text{ g NaNO}_3$ ..... $142 \text{ g Na}_2\text{SO}_4$ <p style="text-align: center;"><i>se obțin</i></p> atunci din $x \text{ g NaNO}_3$ ..... $710 \text{ g Na}_2\text{SO}_4$
5 Scrierea proporției formate	$\frac{2 \cdot 85 \text{ g}}{x \text{ g}} = \frac{142 \text{ g}}{710 \text{ g}}$
6 Calcularea necunoscutei	$x = \frac{2 \cdot 85 \text{ g} \cdot 710 \text{ g}}{142 \text{ g}}; x = 850 \text{ g NaNO}_3$ pur se consumă
7 Determinarea masei de substanță impură	$100 \text{ g NaNO}_3$ impur ..... $78 \text{ g NaNO}_3$ pur $x \text{ g NaNO}_3$ impur ..... $850 \text{ g NaNO}_3$ pur $x = \frac{850 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}}{78 \text{ g pur}}; x = 1089,74 \text{ g}$ sau folosind formula purității: $\frac{78}{100} = \frac{850 \text{ g}}{m_{\text{subst. impură}}}$ $m_{\text{subst. impură}} = 850 \text{ g} \cdot 100/78; m_{\text{subst. impură}} = 1089,74 \text{ g}$



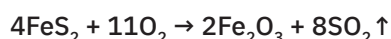
### Reține

- În reacțiile chimice, se consumă și se formează substanțe pure.
- În calculele chimice, pe ecuațiile stoichiometrice ale reacțiilor, se lucrează numai cu mase/cantități de substanțe pure.



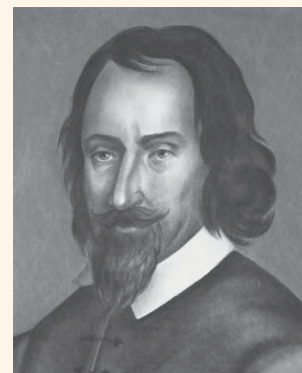
### Aplică

Pirită este un minereu folosit ca materie primă pentru obținerea acidului sulfuric și a fierului. Prin oxidarea a 1,2 kg de pirită, conform ecuației reacției chimice,



se obține o masă de 640 g  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Calculează puritatea pirităi folosite, considerând impuritățile inerte chimic. Determină cantitatea de dioxid de sulf degajată.

## ȘTIAI CĂ?



**Johann Rudolf Glauber**  
(1604 – 1670)

Farmacist și chimist german, considerat unul dintre primii ingineri chimiști. A sintetizat pentru prima dată, în anul 1625, sulfatul de sodiu, numit și *sare Glauber*, denumire dată în semn de recunoaștere a meritelor sale în domeniul studiului compușilor chimici.

S-au folosit masele molare ale reactanților și ale produșilor de reacție

$$M_{\text{NaNO}_3} = 23 + 14 + 3 \cdot 16$$

$$M_{\text{NaNO}_3} = 85 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16$$

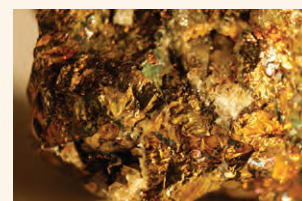
$$M_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 98 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = 2 \cdot 23 + 32 + 4 \cdot 16$$

$$M_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = 142 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{HNO}_3} = 1 + 14 + 3 \cdot 16$$

$$M_{\text{HNO}_3} = 63 \text{ g/mol}$$



Minereul de pirită,  $\text{FeS}_2$



**DACĂ VREI SĂ ȘTII  
MAI MULT...**

Iodura de plumb este greu solubilă în apă și are culoarea galbenă. Este toxică, ca și celelalte săruri de plumb, și a fost utilizată ca pigment sub denumirea de *galben de iod*.

**Calculul stoichiometric pe baza ecuațiilor reacțiilor chimice, folosind concentrația procentuală de masă****Știi deja**

- Amestecurile omogene formate din două sau mai multe substanțe se numesc soluții.
- Componentele soluției sunt dizolvantul sau solventul (substanța în care are loc dizolvarea) și dizolvatul sau solvatul (substanța care se dizolvă).
- Masa de substanță dizolvată în 100 g de soluție reprezintă concentrația procentuală.

$$\frac{c}{100} = \frac{\text{masă de substanță dizolvată}}{\text{masă de soluție}}$$

masă de soluție = masă de substanță dizolvată + masă de solvent.

- În calculele chimice bazate pe ecuațiile stoichiometrice ale reacțiilor, se lucrează numai cu mase/cantități de substanțe pure.

**Înveți lucruri noi****▶ Să experimentăm**

**Lucrează cu atenție! Respectă normele de protecție a propriei persoane și a mediului înconjurător!**

**Activitate în echipă.** La mesele de lucru, în paharul Berzelius se află 100 g de soluție de azotat de plumb cu concentrația procentuală  $c = 5\%$ . Pe sticla de ceas se găsește iodură de potasiu în stare solidă (fig. 1).

Adăugați treptat iodura de potasiu peste soluția din paharul Berzelius (fig. 2). Ce observați?

**Interpretarea rezultatelor**

- Soluția de azotat de plumb este incoloră.
- Pe măsură ce se adaugă iodura de potasiu, se observă formarea unei substanțe de culoare galbenă, insolubilă, care se depune pe fundul paharului.

**Concluzie**

Adăugând iodura de potasiu solidă în soluția de azotat de plumb, se observă formarea unor substanțe noi, cu proprietăți diferite de cele ale substanțelor inițiale. Are loc reacția chimică:

**Reține**

Pentru calculele efectuate pe baza ecuațiilor reacțiilor la care participă soluțiile apoase, se iau în considerare substanțele dizolvate. Acestea sunt folosite pentru determinarea cantităților de reactanți sau produși, aplicând algoritmul de calcul pe ecuațiile stoichiometrice.

**Să lucrăm****Probleme rezolvate****1 Determinarea masei de substanță necesară pentru a reacționa cu o masă de soluție cunoscută, cu o anumită concentrație procentuală**

Calculați masa de iodură de potasiu stoichiometric necesară care trebuie adăugată în soluția de azotat de plumb din experimentul realizat mai sus.

Etapele de lucru	Rezolvarea cerințelor pentru fiecare etapă
1 Notarea datelor problemei	$m_{s, \text{Pb}(\text{NO}_3)_2} = 100 \text{ g}; c = 5\%; m_{\text{KI}} = x \text{ g}$
2 Scrierea ecuației reacției chimice	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{KI} \rightarrow \text{PbI}_2 \downarrow + 2\text{KNO}_3$

1



Soluție de azotat de plumb,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  și iodură de potasiu solidă, KI

2



Obținerea iodurii de plumb,  $\text{PbI}_2$

Etapele de lucru	Rezolvarea cerințelor pentru fiecare etapă
3 Reprezentarea ecuației stoichiometrice	$1 \text{ mol Pb(NO}_3)_2 + 2 \text{ moli KI} \rightarrow$ $1 \text{ mol PbI}_2 + 2 \text{ moli KNO}_3$ $331 \text{ g Pb(NO}_3)_2 + 2 \cdot 166 \text{ g KI} \rightarrow$ $1 \cdot 461 \text{ g PbI}_2 + 2 \cdot 101 \text{ g KNO}_3$
4 Determinarea masei de substanță dizolvată în soluție	$\frac{c}{100} = \frac{m_d}{m_s}; \frac{5}{100} = \frac{m_d}{100 \text{ g}}; m_d = \frac{5 \cdot 100 \text{ g}}{100};$ $m_d = 5 \text{ g Pb(NO}_3)_2$
5 Calcularea masei de reactant care se consumă în reacție pe baza ecuației stoichiometrice, folosind regula de trei simplă	$331 \text{ g Pb(NO}_3)_2 \dots\dots 2 \cdot 166 \text{ g KI}$ $5 \text{ g Pb(NO}_3)_2 \dots\dots x \text{ g KI}$
6 Scrierea proporției obținute	$\frac{331 \text{ g}}{5 \text{ g}} = \frac{2 \cdot 166 \text{ g}}{x \text{ g}}$
7 Determinarea necunoscutei	$x = \frac{5 \text{ g} \cdot 2 \cdot 166 \text{ g}}{331 \text{ g}}; x = 5,01 \text{ g KI}$

S-au folosit masele moleculare ale reactanților și ale produșilor de reacție

$$M_{\text{Pb(NO}_3)_2} = 207 + 2 \cdot 14 + 6 \cdot 16$$

$$M_{\text{Pb(NO}_3)_2} = 331 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{KI}} = 39 + 127$$

$$M_{\text{KI}} = 166 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{PbI}_2} = 207 + 2 \cdot 127$$

$$M_{\text{PbI}_2} = 461 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{KNO}_3} = 39 + 14 + 3 \cdot 16$$

$$M_{\text{KNO}_3} = 101 \text{ g/mol}$$

## 2 Calcularea masei de soluție de o anumită concentrație care este necesară într-o reacție chimică, când se cunoaște masa unui produs de reacție

O masă de soluție de acid clorhidric cu concentrația procentuală  $c = 4\%$  se adaugă peste cantitatea stoichiometric necesară de carbonat de cupru (II), rezultând 2,7 g de sare.

Are loc reacția chimică:

**carbonat de cupru (II) + acid clorhidric  $\rightarrow$  clorură de cupru (II) + dioxid de carbon + apă**

Determină masa de soluție de acid clorhidric adăugată.

Etapele de lucru	Rezolvarea cerințelor pentru fiecare etapă
1 Notarea datelor problemei	$m_{\text{CuCl}_2} = 2,7 \text{ g}; m_{\text{sol HCl}} = x \text{ g}; c = 4\%$
2 Scrierea ecuației reacției chimice	$\text{CuCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
3 Reprezentarea ecuației stoichiometrice	$1 \text{ mol CuCO}_3 + 2 \text{ moli HCl} \rightarrow$ $1 \text{ mol CuCl}_2 + 1 \text{ mol CO}_2 + 1 \text{ mol H}_2\text{O}$ $124 \text{ g CuCO}_3 + 2 \cdot 36,5 \text{ g HCl} \rightarrow$ $135 \text{ g CuCl}_2 + 44 \text{ g CO}_2 + 18 \text{ g H}_2\text{O}$
4 Calcularea masei de reactant care se consumă în reacție pe baza ecuației stoichiometrice, folosind regula de trei simplă	$2 \cdot 36,5 \text{ g HCl} \dots\dots 135 \text{ g CuCl}_2$ $x \text{ g HCl} \dots\dots 2,7 \text{ g CuCl}_2$
5 Scrierea proporției formate	$\frac{2 \cdot 36,5 \text{ g}}{x \text{ g}} = \frac{135 \text{ g}}{2,7 \text{ g}}$
6 Aflarea necunoscutei	$x = \frac{2,7 \text{ g} \cdot 2 \cdot 36,5 \text{ g}}{135 \text{ g}}; x = 1,46 \text{ g HCl}$
7 Determinarea masei de soluție necesare	$\frac{c}{100} = \frac{m_d}{m_s}; \frac{4}{100} = \frac{1,46 \text{ g}}{m_s}; m_s = \frac{1,46 \text{ g} \cdot 100}{4};$ $m_s = 36,5 \text{ g sol. HCl}$

S-au folosit masele molare ale reactanților și ale produșilor de reacție

$$M_{\text{HCl}} = 1 + 35,5$$

$$M_{\text{HCl}} = 36,5 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{CuCl}_2} = 64 + 2 \cdot 35,5$$

$$M_{\text{CuCl}_2} = 135 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{CuCO}_3} = 64 + 12 + 3 \cdot 16$$

$$M_{\text{CuCO}_3} = 124 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{CO}_2} = 12 + 2 \cdot 16$$

$$M_{\text{CO}_2} = 44 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{H}_2\text{O}} = 2 \cdot 1 + 16$$

$$M_{\text{H}_2\text{O}} = 18 \text{ g/mol}$$


### Aplică

- 1 Calculează masa de carbonat de calciu care se consumă în reacție cu masa de soluție de acid clorhidric determinată în problema rezolvată mai sus.
- 2 Folosește substanțele și ustensilele existente la mesele de lucru pentru a realiza experimental reacția prezentată în enunțul problemei 1.