

2 Substantzia kantitatearen neurketa

Daltonek eta beste kimikariek orduan ezagutzen ziren atomoen (hidrogenoa, oxigenoa, karbonoa, kloroa, burdina, etab.) masa zehaztu zuten, konparazioz; hau da, elementuak konposatu bat eratzeko zer proportziotan konbinatzen ziren aztertuz. Adibidez, azido klorhidrikoan hidrogenoaren eta kloroaren arteko proportzioa 1:35,5 bada, kloro atomoaren masa 35,5 aldiz handiagoa izango da hidrogeno atomoarena baino.

Ezagutzen zituzten atomo guztiak alderatuz, haietan txikiena hidrogeno atomoa zela ohartu ziren. Adibidez: karbono atomoaren masa 12 aldiz handiagoa da hidrogeno atomoarena baino; oxigeno atomoarena, 16 aldiz handiagoa da hidrogeno atomoarena baino; eta abar. Horrela lortutako masak **masa atomiko erlatiboak** dira, hidrogeno atomoaren masa unitatetzat hartuta ondorioztatu baitira.

2.1. Masa molekular erlatiboa

Geroago, atomoaren barruko partikulak aurkitu zituzten, eta haien masa neurtu zutenean, atomo baten masa hura osatzen duten partikulen (protoiak, neutroiak eta elektroiak) masen batura zela zehaztu zuten. Esate baterako, hidrogeno-1en atomo baten masa 1,008 zen, eta karbono-12 isotopoarena, berriz, 12,000. Hori dela eta, masa atomiko erlatiboa neurtzeko, karbonoaren isotopo horren hamabirena hartu zuten oinarri gisa, hain zuzen unitatea baita.

Elementu kimiko baten **masa atomiko erlatiboa** da haren atomoen masaren eta karbono-12aren atomoaren masaren hamabirenaren arteko erlazioa. Horrela zehaztuta, masa atomiko erlatiboa dimentsiorik gabeko zenbaki bat da.

1960ean, Kimika Puruaren eta Aplikatuaren Nazioarteko Elkarteak (IUPAC) masa atomikoaren unitatea, **u**, zehaztu zuen:

Masa atomikoaren unitate bat, **u**, karbono-12 isotopoaren atomo baten hamabirenaren berdina den materia kantitatea da.

$$1 \text{ u} = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Daltonek masa atomiko erlatiboen lehen zerrenda egin zuen. Zerrenda hori handitzen joan ziren, aurkitzen ziren elementu berrien datuekin. Gaur egun, atomoen masa taula periodikoan irakurtzen dugu; haien balioak oso metodo zehatzak erabiliz lortu dira.

Konposatu baten **formulak** haren molekula osatzen duten elementuen atomo kopurua adierazten du (adibidez: CO_2), edo molekula baten baliokidearen elementuen atomo kopurua, kristal ioniko bat bada (adibidez: CaCl_2).

Konposatu baten **masa molekular erlatiboa** kalkulatzeko, haren elementu bakoitzaren masa atomiko erlatiboa batu behar da:

- CO_2 -aren masa molekular erlatiboa = C-aren masa + O-aren masa \cdot 2.
 CO_2 -aren masa molekular erlatiboa = 12,00 + 16,00 \cdot 2 = 44,00.
- CaCl_2 -aren masa molekular erlatiboa = Ca-aren masa + Cl-aren masa \cdot 2.
 CaCl_2 -aren masa molekular erlatiboa = 40,08 + 35,45 \cdot 2 = 110,98.

Gogoratu

Giro-tenperaturan gasak diren elementuek (hala nola, oxigenoa, nitrogenoa eta hidrogenoa) molekula diatomikoak dituzte: O_2 , N_2 eta H_2 .

Gogoratu

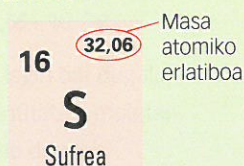
Elementu kimiko bat masa desberdineko atomoak izan ditzake. Atomo horiei **isotopo** deritzegu. Haiek adierazteko, elementuaren ikurra edo izena jartzen dugu, eta ondoren, masa-zenbakia.

Adibidez: karbono-12a karbonoaren isotopo bat da, nukleoan 12 partikula dituena.

Gogoratu

Taula periodikoan, lauki bakoitza elementu bati dagokio. Lauki horretan, elementua identifikatzen duen informazioa dago: izena, ikurra eta zenbaki atomikoa.

Gainera, elementuaren propietatei buruzko informazioa ere ematen da. Liburu honetan, II. eranskinean, elementu bakoitzaren **masa atomiko erlatiboa** dago, goialdean eskuinaldean:



Beharrezkoa izango da masari unitatea gehitzea. Ariketaren arabera *g* edo *u* idatzi behar da.



1 mol $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$
261,32 g bario nitrato da



1 mol NaNO_3
85,01 g sodio nitrato da



1 mol KMnO_4
158,04 g potasio permanganato da

1.6. irudia. Substantzia baten mol batek eta beste substantzia baten mol batek masa desberdina dute, baina partikula kopuru bera.

2.2. Mola

Atomo bat substantzia kantitate txikia da, izugarri txikia. Halaber, molekula bat —atomo gutxiren multzoak dira molekulak, baina, batzuetan, ez dira hain gutxi— oso substantzia kantitate txikia da. Atomoak eta molekulak hain kantitate txikiak direnez, askoz handiagoa den unitate bat behar dugu praktikan, gramoaren mailako substantzia kantitatea adierazten duena. **Mola** da unitate hori. 1971n, nazioarteko sistemako oinarritzko unitatetzat onartu zuten, eta beraz, zazpi dira oinarritzko unitateak orain. **Substantzia kantitate** magnitudeari dagokion unitatea da.

Mol bat atomo da elementu kimiko baten atomo kopurua, 0,012 kg karbono-12tan dauden atomoak adinakoa.

Mol bat atomoren masa haren masa atomiko erlatiboa da, gramotan adierazia.

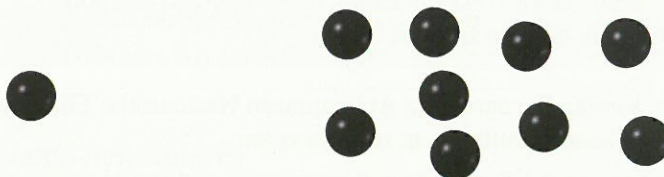
Konposatu baten mol bat da konposatu horren masa molekular erlatiboan dagoen kantitatea, gramotan adierazia

(► 1.6. irudia).

1811n, Amedeo Avogadro italiar kimikariak esperimentu bidez frogatu zuen mol batean $6,022 \cdot 10^{23}$ partikula daudela. Haren ohoretan, zenbaki horri **Avogadroren zenbakia**, N_A , esaten zaio.

Mol bat atomotan, Avogadroren zenbakia adina atomo daude: $6,022 \cdot 10^{23}$ atomo.

Konposatu baten mol batean, Avogadroren zenbakia adina molekula daude (edo baliokidea, kristal ionikoen kasua).



Karbono atomo bat = 12,00 u

Mol bat karbono = 12,00 g

Mol bat karbono = $6,022 \cdot 10^{23}$ karbono atomo



H_2O molekula bat =
= $1,008 \text{ u} \cdot 2 + 16,00 \text{ u} = 18,02 \text{ u}$

Mol bat H_2O = $1,008 \text{ g} \cdot 2 + 16 \text{ g} = 18,02 \text{ g}$
Mol bat H_2O = $6,022 \cdot 10^{23}$ H_2O molekula

H ₂ O molekula batean daude...		Mol bat H ₂ O-tan daude...	
O atomo bat	16,00 u O	Mol bat O atomo	16,00 g O
2 H atomo	$1,008 \text{ u} \cdot 2 = 2,016 \text{ u H}$	2 mol H atomo	$1,008 \text{ g} \cdot 2 = 2,016 \text{ g H}$
Haren masa 18,02 u da		Haren masa 18,02 g da	

ADIBIDE EBATZIA

4 Ontzi batean, 5 g kaltzio hidroxido, Ca(OH)_2 , ditugu. Kalkulatu:

- Kaltzio hidroxidoaren kantitatea, moletan.
- Zenbat oxigeno atomo dauden.
- Zenbat mol hidrogeno ditugun.
- Zenbat gramo kaltzio dauden.
- Kaltzio hidroxidoaren zer masa behar den 6 mol oxigeno lortzeko.
- Kaltzio hidroxidoaren zer masa behar den 10^{24} kaltzio atomo izateko.
- Kaltzio hidroxidoaren zer masa behar den 4 g hidrogeno lortzeko.

Datuak: $M(\text{Ca}) = 40,08 \text{ g/mol}$; $M(\text{O}) = 16,00 \text{ g/mol}$; $M(\text{H}) = 1,008 \text{ g/mol}$; $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ partikula.

a) Zehaztu kaltzio hidroxidoaren masa:

$$M(\text{Ca(OH)}_2) = 40,08 + (16,00 + 1,008) \cdot 2 = 74,10 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$5 \text{ g Ca(OH)}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol Ca(OH)}_2}{74,10 \text{ g Ca(OH)}_2} = \mathbf{0,0675 \text{ mol Ca(OH)}_2}$$

b) N_A -ri esker, zenbat partikula dauden jakingo dugu.

$$0,0675 \text{ mol Ca(OH)}_2 \cdot \frac{2 \text{ mol O}}{1 \text{ mol Ca(OH)}_2} \cdot \frac{6,022 \cdot 10^{23} \text{ atomo}}{1 \text{ mol}} = \mathbf{8,13 \cdot 10^{22} \text{ O atomo}}$$

c) Hidrogenoari dagokionez, aurreko atalean bezala egin behar dugu:

$$0,0675 \text{ mol Ca(OH)}_2 \cdot \frac{2 \text{ mol H}}{1 \text{ mol Ca(OH)}_2} = \mathbf{0,135 \text{ mol H}}$$

d) Kalkulatu zenbat mol kaltzio dauden laginean, eta ondoren, zenbat gramo dauden, masa molarra kontuan hartuta:

$$0,0675 \text{ mol (OH)}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol Ca}}{1 \text{ mol (OH)}_2} \cdot \frac{40,08 \text{ g Ca}}{1 \text{ mol Ca}} = \mathbf{2,70 \text{ g Ca}}$$

e) Kalkulua antzera egin behar da, baina, orain, behar diren 6 oxigeno molekin hasiko gara:

$$6 \text{ mol O} \cdot \frac{1 \text{ mol Ca(OH)}_2}{2 \text{ mol O}} \cdot \frac{74,10 \text{ g Ca(OH)}_2}{1 \text{ mol Ca(OH)}_2} = \mathbf{222,3 \text{ g Ca(OH)}_2}$$

f) Kalkulua antzera egin behar da, baina, orain, behar diren 10^{24} kaltzio atomoekin hasiko gara:

$$10^{24} \text{ Ca atomo} \cdot \frac{1 \text{ mol Ca}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ Ca atomo}} \cdot \frac{1 \text{ mol Ca(OH)}_2}{1 \text{ mol Ca}} \cdot \frac{74,10 \text{ g Ca(OH)}_2}{1 \text{ mol Ca(OH)}_2} = \mathbf{123,04 \text{ g Ca(OH)}_2}$$

g) Kalkulua antzera egin behar da, baina, orain, behar diren 4 hidrogeno gramoekin hasiko gara:

$$4 \text{ g H} \cdot \frac{1 \text{ mol H}}{1,008 \text{ g H}} \cdot \frac{1 \text{ mol Ca(OH)}_2}{2 \text{ mol H}} \cdot \frac{74,10 \text{ g Ca(OH)}_2}{1 \text{ mol Ca(OH)}_2} = \mathbf{148,02 \text{ g Ca(OH)}_2}$$

JARDUERAK

10. 4 g-ko sufreren lagin batean, zenbat mol sofre ditugu?

Zenbat atomo?

Datua: $M(\text{S}) = 32,06 \text{ u}$.

Eraitza: 0,125 mol; $7,5 \cdot 10^{22}$ atomo

11. Ontzi batean, elementu baten $5 \cdot 10^{18}$ atomo ditugu.

Elementu horrek 0,543 mg-ko masa du. Zein da elementu horren masa atomikoa? Zer elementu da? Kontsultatu taula periodikoa.

Datua: $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ partikula.

Eraitza: 65,4 u; Zn

12. Zenbat radio atomo daude elementu horren mila bilioi atomotan? Eta atomoak silizioarenak izango balira?

Datua: $M(\text{Ra}) = 226 \text{ u}$, $M(\text{Si}) = 28,09 \text{ u}$.

Eraitza: $3,75 \cdot 10^{-7} \text{ g}$; $4,66 \cdot 10^{-8} \text{ g}$

13. 8 g-ko sofre dioxidoren lagin bat dugula, kalkulatu:

a) Sofre dioxidoaren kantitatea, moletan.

b) Zenbat oxigeno atomo dauden.

c) Zenbat gramo sofre dauden.

Datuak: $M(\text{S}) = 32,06 \text{ u}$, $M(\text{O}) = 16,00 \text{ u}$,

$N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ partikula.

Eraitza: a) 0,125 mol; b) $1,5 \cdot 10^{23}$ atomo; c) 4,0 g