

## Μάθημα 22

### ΟΙ ΧΗΜΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΚΑΙ Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΜΟΛ Από το μικροσκοπικό στο συμβολικό και στο μακροσκοπικό επίπεδο

Κάθε χημική μεταβολή περιγράφεται σε τρία επίπεδα: το παρατηρήσιμο μακροσκοπικό, το "φανταστικό" υπομικροσκοπικό επίπεδο των μορίων και των ατόμων και το συμβολικό επίπεδο. Για τον χημικό συμβολισμό, χρησιμοποιούμε τους χημικούς τύπους. Για τη σύνδεση του υπομικροσκοπικού επιπέδου με το μακροσκοπικό εισάγεται η έννοια του μολ (mole).



Η υπόθεση του Avogadro αποκαλύπτει τη σχέση των ατόμων υδρογόνου και οξυγόνου στο μόριο του νερού

Στο 11<sup>ο</sup> Μάθημα (Χημικές ενώσεις και χημικά στοιχεία), με το πείραμα της ηλεκτρόλυσης πετύχαμε τη διάσπαση της ουσίας νερό σε δύο άλλες αέριες ουσίες, το υδρογόνο και το οξυγόνο. Ακόμη συμπεράναμε ότι το υδρογόνο και το οξυγόνο είναι **απλές ουσίες / χημικά στοιχεία**, που δεν είναι δυνατόν να διασπαστούν σε άλλες ουσίες, ενώ το νερό είναι **σύνθετη ουσία / χημική ένωση**.

Στο πείραμα της ηλεκτρόλυσης του νερού διαπιστώσαμε ακόμη ότι ο όγκος του παραγόμενου υδρογόνου ήταν πολύ μεγαλύτερος από τον όγκο του παραγόμενου οξυγόνου. Προσεκτικά πειράματα δείχνουν ότι ο όγκος του υδρογόνου είναι ακριβώς διπλάσιος του όγκου του οξυγόνου.

Αν εφαρμόσουμε την υπόθεση του Avogadro στους όγκους του υδρογόνου και του οξυγόνου, τι συμπεραίνουμε για τον λόγο του αριθμού των μορίων υδρογόνου προς τον αριθμό των μορίων του οξυγόνου που περιέχονται στους αντίστοιχους όγκους;

.....  
.....  
.....  
.....

Λαμβάνοντας τώρα υπόψη ότι τα μόρια του υδρογόνου και του οξυγόνου είναι διατομικά (βλέπε προηγούμενο μάθημα), συμπεραίνουμε ότι και η σχέση των αριθμών των ατόμων του υδρογόνου και του οξυγόνου που περιέχονται στο νερό πρέπει να είναι .....

Αυτό πράγματι συμβαίνει και μάλιστα ξέρουμε ότι το μόριο του νερού αποτελείται από δύο άτομα υδρογόνου και ένα άτομο οξυγόνου.

## Οι χημικοί τύποι

Οι χημικές ενώσεις συμβολίζονται με τους χημικούς τύπους. Το νερό συμβολίζεται με τον χημικό τύπο  $H_2O$ . Το υδροχλώριο συμβολίζεται με τον χημικό τύπο  $HCl$ . Το διοξείδιο του άνθρακα με τον χημικό τύπο  $CO_2$ . Το χλωριούχο νάτριο με τον χημικό τύπο  $NaCl$  κ.ο.κ.

Τι σημαίνουν οι δείκτες στους χημικούς τύπους

Ο χημικός τύπος μιας ένωσης παριστάνεται από τα χημικά σύμβολα των στοιχείων που συμμετέχουν στην ένωση και δείχνει τον ακριβή αριθμό των ατόμων των στοιχείων που συμμετέχουν στο μόριο της ένωσης. Ο ακριβής αριθμός των ατόμων στο μόριο φαίνεται από τους δείκτες που γράφονται στο δεξί και κάτω μέρος των χημικών συμβόλων. Όταν ο δείκτης είναι μονάδα, παραλείπεται.

Μοριακοί χημικοί τύποι

Έτσι, ο τύπος  $H_2O$  δείχνει ότι το νερό αποτελείται από υδρογόνο και οξυγόνο. Το μόριο του νερού αποτελείται από δύο άτομα υδρογόνου και ένα άτομο οξυγόνου. Έτσι ο τύπος  $H_2O$  αντιπροσωπεύει και το μόριο του νερού. Οι χημικοί τύποι οι οποίοι αντιπροσωπεύουν και το μόριο της ένωσης ονομάζονται **μοριακοί χημικοί τύποι**.

Στις κρυσταλλικές ενώσεις δεν υπάρχει η έννοια του μορίου

Υπάρχουν και ενώσεις που είναι κρυσταλλικά σώματα (π.χ. τα άλατα) στα οποία δεν υπάρχει η έννοια του μορίου. Έτσι το μαγειρικό αλάτι είναι χημική ένωση των στοιχείων νάτριο ( $Na$ ) και χλώριο ( $Cl$ ). Η αναλογία ατόμων νατρίου και χλωρίου στον κρύσταλλο είναι 1:1, γι' αυτό ο χημικός τύπος του αλατιού είναι  $NaCl$  (χλωριούχο νάτριο). Ο τύπος αυτός επομένως δεν είναι και μοριακός τύπος.

Χημικά στοιχεία με πολυατομικά μόρια

Με μοριακούς χημικούς τύπους συμβολίζονται και τα πολυατομικά στοιχεία. Το οξυγόνο για παράδειγμα συμβολίζεται με τον τύπο  $O_2$  διότι κάθε μόριο οξυγόνου αποτελείται από δύο άτομα οξυγόνου (διατομικό μόριο).

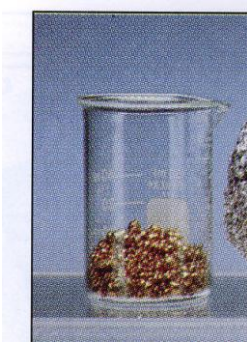
Χημικό σύμβολο στοιχείου οξυγόνου:  $O$   
Μοριακός χημικός τύπος οξυγόνου:  $O_2$

Διατομικά είναι και τα μόρια του αζώτου ( $N_2$ ), του υδρογόνου ( $H_2$ ) και των αλογόνων ( $F_2$ ,  $Cl_2$ ,  $Br_2$ ,  $I_2$ ). Εξάλλου το μόριο του όζοντος αποτελείται από τρία άτομα οξυγόνου και ο μοριακός τύπος του είναι  $O_3$  (είναι τριατομικό μόριο).

## Η έννοια του μολ (mole)

Πόσο μικρά είναι τα άτομα

Ξέρουμε ότι τα μόρια και τα άτομα είναι πολύ μικρά και ότι έχουν πολύ μικρή μάζα. Για παράδειγμα, η διάμετρος του ατόμου του άνθρακα είναι περίπου  $0,0000000004 \text{ m} = 4 \times 10^{-10} \text{ m}$ .



1 mol χαλκού (Cu)  
 63,5 g

Αριθμός (σταθερά)  
 του Avogadro

Στον μακρόκοσμο που ζούμε δεν είναι δυνατόν να δουλεύουμε με μεμονωμένα μόρια ούτε να ζυγίζουμε τις μάζες τους. Ένας καλός εργαστηριακός ζυγός μπορεί να μετρήσει με ακρίβεια μέχρι  $0,0001 \text{ g} = 0,1 \text{ mg}$ . Αν λάβουμε υπόψη ότι η μάζα ενός ατόμου άνθρακα είναι  $0,00000000000000000000002 \text{ g} = 2 \times 10^{-23} \text{ g}$ , αυτό σημαίνει ότι σε  $0,1 \text{ mg}$  άνθρακα περιέχονται

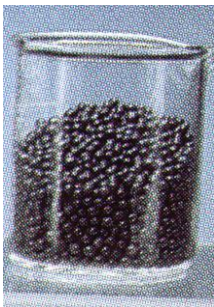
.....

...  
 άτομα άνθρακα. Για τον λόγο αυτόν, οι χημικοί έπρεπε να βρουν έναν τρόπο να χειρίζονται τις χημικές αντιδράσεις και τις χημικές εξισώσεις, αναφερόμενοι σε μάζες και όγκους ουσιών που μπορεί να μετρηθούν σε μακροσκοπικές ποσότητες. Προς τούτο έπρεπε να αναφέρονται σε πολύ μεγάλους αριθμούς μορίων.

Ας πάρουμε  $12 \text{ g}$  του άνθρακα. Η ποσότητα αυτή περιέχει έναν αστρονομικό αριθμό ατόμων άνθρακα. Ο αριθμός αυτός είναι γνωστός στους επιστήμονες και είναι  $602.000.000.000.000.000.000 = 6,02 \times 10^{23}$  (εξακόσια δύο εξάκις εκατομμύρια). Ο αριθμός αυτός είναι χαρακτηριστικός στη χημεία και ονομάζεται **αριθμός ή σταθερά του Avogadro**, συμβολίζεται δε με  $N_A$ . Ο αριθμός του Avogadro χρησιμοποιείται για να ορίσουμε μια μακροσκοπική ποσότητα ουσίας που ονομάζεται **μολ (mole)** και συμβολίζεται με  $1 \text{ mol}$ .

Ορισμός  
 του μολ

Ποσότητα ουσίας που αποτελείται από τόσα μόρια όσο είναι ο αριθμός του Avogadro ονομάζεται *1 mol της ουσίας*.



1 mol υδραργύρου (Hg)  
 207,2 g

Να σημειωθεί ότι μπορούμε να ορίσουμε ένα μολ από ο,τιδήποτε, π.χ. 1 μολ πορτοκάλια, 1 μολ άτομα, 1 μολ μόρια κ.ο.κ.

Είναι φανερό ότι η έννοια του μολ χρησιμοποιείται σαν ένα πακέτο (όπως χρησιμοποιούμε εξάδες αυγά, δωδεκάδες ποτήρια κ.λπ.). Να σημειωθεί ότι, όπως θα μάθουμε σε μεγαλύτερη τάξη, είναι εύκολο να υπολογίζουμε τις μάζες 1 μολ νερού (που είναι  $18 \text{ g}$ ), 1 μολ οξυγόνου ( $32 \text{ g}$ ), 1 μολ διοξειδίου του άνθρακα ( $44 \text{ g}$ ) κ.λπ.

**ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΣΕ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ**

1. Ποια είναι τα τρία επίπεδα στα οποία μπορεί να περιγραφεί μια χημική μεταβολή;
2. Τι συμπεράσματα βγάλαμε από το πείραμα ηλεκτρόλυσης του νερού για τις ουσίες νερό, υδρογόνο και οξυγόνο;
3. Ποια είναι η ακριβής σχέση του *όγκου του υδρογόνου με τον όγκο του οξυγόνου* που παράγονται κατά το πείραμα ηλεκτρόλυσης του νερού;
4. Με βάση την υπόθεση του Avogadro, τι συμπεραίνουμε για τον λόγο του αριθμού των μορίων υδρογόνου προς τον αριθμό των μορίων του οξυγόνου που περιέχονται στους αντίστοιχους όγκους;
5. Λαμβάνοντας τώρα υπόψη ότι τα μόρια του υδρογόνου και του οξυγόνου είναι διατομικά, τι συμπεραίνουμε για τη σχέση των αριθμών των ατόμων του υδρογόνου και του οξυγόνου που περιέχονται στο νερό;
6. Από τι αποτελείται το μόριο του νερού;
7. Ποιοι είναι οι χημικοί τύποι του νερού, του υδροχλωρίου, του διοξειδίου του άνθρακα και του χλωριούχου νατρίου;
8. Τι δείχνουν οι δείκτες σε ένα χημικό τύπο;
9. Τι δείχνει ο χημικός τύπος του νερού;
10. Ποιοί τύποι ονομάζονται και μοριακοί χημικοί τύποι;
11. Σε ποια περίπτωση ενώσεων δεν υπάρχει η έννοια του μορίου και τι δείχνουν οι χημικοί τύποι σε αυτή την περίπτωση; (Να αναφέρετε ένα παράδειγμα).
12. Ποια χημικά στοιχεία συμβολίζουμε με μοριακούς χημικούς τύπους;
13. Ποια διατομικά μόρια γνωρίζετε;
14. Ποιο τριατομικό μόριο γνωρίζετε;
15. Για ποιο λόγο υποχρεώθηκαν οι χημικοί να εισαγάγουν τη μονάδα μολ;
16. Πώς ορίζεται και ποιος είναι ο αριθμός ή η σταθερά του Avogadro;
17. Τι ονομάζεται ένα μολ (1mol) μιας ουσίας;
18. Τι μονάδα αντιπροσωπεύει το μολ;

**Για να γνωρίσεις περισσότερα,  
να σκεφτείς και να καταλάβεις γιατί**

1. Θεωρώντας ότι τα γένεια ενός άντρα μεγαλώνουν περίπου κατά 1 cm σε ένα μήνα, να υπολογίσεις πόσο θα αυξάνεται το μήκος τους σε ένα δευτερόλεπτο και να συγκρίνεις το αποτέλεσμα με τη διάμετρο του ατόμου του άνθρακα ( $4 \times 10^{-10}$  m).
2. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η μάζα ενός ατόμου άνθρακα είναι  $2 \times 10^{-23}$  g, να υπολογίσεις τον αριθμό ατόμων άνθρακα που περιέχονται σε 12 g άνθρακα.
3. 1 μολ ζάχαρης έχει μάζα 342 g (περίπου ενάμιση ποτήρι του νερού). Αν λάβουμε υπόψη ότι ένα κουταλάκι ζάχαρη ζυγίζει περίπου 3 g, να υπολογίσεις πόσα μόρια ζάχαρης περιέχει; (Να ξαναδιαβάσεις και το πλαίσιο *Να έχεις υπόψη σου* της σελίδας 133).
4. 1 μολ ατόμων υδρογόνου ζυγίζει 1 g. 1 μολ ατόμων οξυγόνου ζυγίζει 16 g. Να υπολογίσεις τη μάζα 1 μολ νερού (1 mol μορίων νερού).