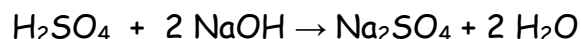


ΣΤΟΙΧΕΙΟΜΕΤΡΙΑ (=μέτρηση στοιχείων)

Αρχικά, στην παράγραφο §2.4 του σχολικού βιβλίου (σελίδες 65 και 66) μάθαμε πώς να γράφουμε το Μοριακό Τύπο και πώς να διαβάζουμε το όνομα μιας **χημικής ένωσης**. Είδαμε πχ ότι το μόριο του θειικού οξέος συμβολίζεται H_2SO_4 , όπως επίσης ότι το $NaOH$ διαβάζεται «υδροξείδιο του Νατρίου»

Στη συνέχεια, στην παράγραφο §3.1 (σελίδες 83-93) μάθαμε πως να συνδυάζουμε τις διάφορες χημικές ενώσεις μεταξύ τους και να γράφουμε σωστά τις μεταξύ τους **χημικές αντιδράσεις**. Είδαμε πχ ότι ο συνδυασμός οξέος με βάση ονομάζεται «εξουδετέρωση» και μας δίνει ως προϊόντα άλας και νερό. Έτσι, συνεχίζοντας το προηγούμενο παράδειγμά μας, η ένωση θειικού οξέος με υδροξείδιο του νατρίου συμβολίζεται με την ακόλουθη χημική αντίδραση:



Έρθε η ώρα να κάνουμε και το τελευταίο βήμα:

Να δούμε δηλαδή ποιά είναι η **σχέση μορίων, μαζών και όγκων** ανάμεσα στα αντιδρώντα και στα προϊόντα μιας χημικής αντίδρασης, να απαντήσουμε στο ερώτημα πχ «πόσα γραμμάρια θειικού οξέος πρέπει να αντιδράσουν με υδροξείδιο του νατρίου για την παραγωγή 150 γραμμαρίων άλατος θειικού νατρίου;» ή επίσης «πόσα μόρια νερού παράγονται από αντίδραση 40 γραμμαρίων υδροξείδιου του νατρίου με θειικό οξύ;» Ή, αν είχα την παρασκευή αμμωνίας από άζωτο και υδρογόνο, να μπορέσω να απαντήσω στο ερώτημα «πόσα λίτρα αμμωνίας θα παραχθούν από αντίδραση 20 γραμμαρίων υδρογόνου με άζωτο;»

Αυτό είναι και το αντικείμενο της Στοιχειομετρίας: να καθορίσει τη σχέση ανάμεσα στα μεγέθη μόρια-μάζα-όγκο των διαφόρων χημικών ενώσεων, να *μετρήσει* δηλαδή τα *στοιχεία (στοιχειομετρία)*

Αρχικό μέλημα της Στοιχειομετρίας ήταν να «ζυγίσει» τα άτομα των 112 περίπου χημικών στοιχείων του κόσμου μας. Επειδή η μάζα του ατόμου οποιοδήποτε στοιχείου είναι πολύ μικρή σε σχέση με τη μονάδα μέτρησης της μάζας που όλοι γνωρίζουμε, το γραμμάριο, για το λόγο αυτό ορίστηκε νέα μονάδα μέτρησης των ατομικών μαζών: το 1 amu

Έτσι το 1 amu ορίστηκε να είναι το 1/12 της μάζας του ατόμου του άνθρακα 12.

Ατομικό Βάρος [Ar] ενός *στοιχείου* είναι ο (καθαρός) αριθμός που μας λέει πόσες φορές βαρύτερο είναι το **άτομο** αυτού του στοιχείου από το 1 amu.

πχ το Ar του Αζώτου είναι 14, που σημαίνει ότι το άτομο του Αζώτου είναι 14 φορές βαρύτερο από το 1 amu

Γράφω: Ar(N)=14

πχ το Ar του Οξυγόνου είναι 16, που σημαίνει ότι το άτομο του Οξυγόνου είναι 16 φορές βαρύτερο από το 1 amu

Γράφω: Ar(O)=16

πχ το Ar του Υδρογόνου είναι 1, που σημαίνει ότι το άτομο του Υδρογόνου είναι βαρύ όσο ακριβώς 1 amu

Γράφω: Ar(H)=1

πχ το Ar του Χλωρίου είναι 35,5, που σημαίνει ότι το άτομο του Χλωρίου είναι 35,5 φορές βαρύτερο από το 1 amu

Γράφω: Ar(Cl)=35,5

➤ Το Ar των στοιχείων θα μας δίνεται πάντα!!

Μοριακό Βάρος [Mr] ενός *στοιχείου ή χημικής ένωσης* είναι ο (καθαρός) αριθμός που μας λέει πόσες φορές βαρύτερο είναι το **μόριο** αυτού του στοιχείου ή χημικής ένωσης από το 1 amu.

Μοριακό Βάρος Στοιχείων:

πχ το Mr του Αζώτου προκύπτει:

$Mr(N_2) = 2 \text{ άτομα Αζώτου} * 14 \text{ amu/άτομο} = 28 \text{ amu}$

πχ το Mr του Οξυγόνου προκύπτει:

$Mr(O_2) = 2 \text{ άτομα Οξυγόνου} * 16 \text{ amu/άτομο} = 32 \text{ amu}$

➤ Γενικά για τον υπολογισμό του Mr του μορίου ενός *στοιχείου*, πολλαπλασιάζω την *ατομικότητα* του στοιχείου (δηλ. πόσα άτομα απαρτίζουν το μόριο του στοιχείου αυτού) επί το Ar του στοιχείου αυτού.

Μοριακό Βάρος Χημικών Ενώσεων:

Παραδείγματα:

$$Ar(P) = 31, Ar(Ca) = 40, Ar(Al) = 27, Ar(S) = 32$$

$$Mr(NH_3) = 1 \text{ άτομο Αζώτου} * 14 \text{ amu/άτομο} + 3 \text{ άτομα Υδρογόνου} * 1 \text{ amu/άτομο} = 14 + 3 = \mathbf{17 \text{ amu}}$$

$$Mr(H_2O) = 2 \text{ άτομα Υδρογόνου} * 1 \text{ amu/άτομο} + 1 \text{ άτομο Οξυγόνου} * 16 \text{ amu/άτομο} = 2 + 16 = \mathbf{18 \text{ amu}}$$

$$Mr(H_3PO_4) = 3 \text{ άτομα Η} * 1 \text{ amu/άτομο} + 1 \text{ Άτομο Ρ} * 31 \text{ amu/άτομο} + 4 \text{ άτομα Ο} * 16 \text{ amu/άτομο} = 3 + 31 + 64 = \mathbf{98 \text{ amu}}$$

$$Mr[Ca(OH)_2] = 1 \text{ άτομο Ca} * 40 \text{ amu/άτομο} + 2 \text{ άτομα Ο} * 16 \text{ amu/άτομο} + 2 \text{ άτομα Η} * 1 \text{ amu/άτομο} = 40 + 32 + 2 = \mathbf{74 \text{ amu}}$$

$$Mr[Al_2(SO_4)_3] = 2 \text{ άτομα Al} * 27 \text{ amu/άτομο} + 3 \text{ άτομα S} * 32 \text{ amu/άτομο} + 12 \text{ άτομα Ο} * 16 \text{ amu/άτομο} = 54 + 96 + 192 = \mathbf{342 \text{ amu}}$$

- Γενικά για τον υπολογισμό του Mr του μορίου μιας **χημικής ένωσης** υπολογίζω το άθροισμα των εξής γινομένων: αριθμός ατόμων των στοιχείων που απαρτίζουν το μόριο επί το αντίστοιχο Ar τους.

Το mol: μια νέα μονάδα ποσότητας ουσίας στο SI

Ένας ορισμός του mol είναι ο εξής:

1 mol μιας ουσίας είναι ποσότητα τόσων γραμμαρίων, όσο είναι και το Mr της ουσίας. Για τον υπολογισμό του mol μιας ουσίας, υπολογίζω πρώτα το Mr της και στη συνέχεια λέω ότι το mol της είναι τόσα γραμμάρια όσο και το Mr της.

Έτσι το mol του μοριακού οξυγόνου είναι 32 γραμμάρια οξυγόνου, το mol του μοριακού υδρογόνου είναι 2 γραμμάρια υδρογόνου, το mol της αμμωνίας είναι 17 γραμμάρια αμμωνίας, το mol του νερού 18 γραμμάρια νερού, το mol του φωσφορικού οξέος είναι 98 γραμμάρια φωσφορικού οξέος, κοκ...

Βλέπουμε δηλαδή ότι mol με mol διαφέρει...

- Ο Avogadro απέδειξε επίσης ότι σε ένα mol οποιασδήποτε ουσίας περιέχονται N_A μόρια αυτής. Το N_A που λέγεται και **αριθμός Avogadro** ισούται με

$$N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$$

ΠΡΟΣΟΧΗ επίσης:

Το ένα mol H_3PO_4 περιέχει 3 mol ατόμων υδρογόνου (H), 1 mol ατόμων φωσφόρου (P) και 4 mol ατόμων οξυγόνου (O).

Πχ Πόσα γραμμάρια ατομικού οξυγόνου περιέχονται σε 490 γραμμάρια φωσφορικού οξέος H_3PO_4 ;

$$Ar(P) = 31, Ar(O) = 16, Ar(H) = 1$$

Λύση:

$$Mr(H_3PO_4) = 3 \cdot 1 + 1 \cdot 31 + 4 \cdot 16 = 3 + 31 + 64 = \mathbf{98}$$

Άρα το 1 mol H_3PO_4 ζυγίζει 98 γραμμάρια

πόσα X; είναι τα 490 γραμμάρια;

$$X = 490/98 = \mathbf{5 \text{ mol φωσφορικού οξέος}}$$

Το 1 mol H_3PO_4 περιέχει 4 mol ατόμων Οξυγόνου

τα 5 mol H_3PO_4 περιέχει Y; mol ατόμων Οξυγόνου

$$Y = 4 \cdot 5 = \mathbf{20 \text{ mol ατομικού οξυγόνου}}$$

Το 1 mol ατομικού οξυγόνου ζυγίζει 16 γραμμάρια

Τα 20 mol ζυγίζουν Z; γραμμάρια

$$Z = 20 \cdot 16 = \mathbf{320 \text{ γραμμάρια ατομικού οξυγόνου}}$$

Δηλαδή από τα 490 γραμμάρια του οξέος, τα 320 είναι οξυγόνο.

Προβλήματα με μίγματα αερίων:

Αέριο μίγμα περιέχει HCN και H_2S . Το μίγμα αυτό ζυγίζει 149 γραμμάρια και έχει όγκο 112 λίτρα σε STP.

α) Πόσα mol από κάθε αέριο περιέχονται στο μίγμα;

β) Πόση είναι η μάζα του υδροκυάνιου στο μίγμα;

$$Ar(H) = 1, Ar(C) = 12, Ar(N) = 14, Ar(S) = 32$$

Λύση:

Υπολογίζω πρώτα - όπως πάντα - τα Mr των ενώσεών μου:

$$Mr(HCN) = 1 + 12 + 14 = 27$$

$$Mr(H_2S) = 2 + 32 = 34$$

α) Έστω x τα mol του υδροκυάνιου και ψ τα mol του υδρόθειου

Θα ισχύει: $27 \cdot x + 34 \cdot \psi = 149$ γραμμάρια

Επίσης: $(x + \psi) \cdot 22,4 = 112$ λίτρα

Η λύση του συστήματος μας δίνει $x=3$ και $\psi=2$

β) Εφόσον έχω 2 mol HCN στο μίγμα αυτά θα ισοδυναμούν με μάζα $2 \cdot 27 = \mathbf{54g}$

- Για τη γρήγορη μετατροπή των mol μια ουσίας σε γραμμάρια, το σχολικό βιβλίο προτείνει και τον τύπο:

$$n = \frac{m}{Mr}$$

όπου είναι n τα mol της ουσίας, m η μάζα της ουσίας σε γραμμάρια και Mr το Μοριακό Βάρος της ουσίας.

Έτσι τα 310 γραμμάρια ανθρακικού οξέος H_2CO_3 ($Mr=2+12+3\cdot 16=62$) είναι:

$$n = 310/62 = 5 \text{ mol ανθρακικού οξέος}$$

- Τελικά, μπορούμε αντί του σχήματος στη σελίδα 5, να χρησιμοποιούμε και τους παρακάτω τύπους μετατροπής:

$$n = \frac{m}{Mr} = \frac{V}{22,4} = \frac{N}{6,023 \cdot 10^{23}}$$

όπου:

- n : ο αριθμός των mol
- m : η μάζα σε γραμμάρια (g)
- Mr : το μοριακό βάρος (σε amu)
- V : ο όγκος του αερίου σε λίτρα (L) [σε ΚΣ!]
- N : ο αριθμός των μορίων