

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΜΕ ΧΗΜΙΚΟΥΣ ΤΥΠΟΥΣ ΚΑΙ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ

Μάζα και moles μιας ουσίας

ΣΚΟΠΟΣ

Ο σκοπός αυτής της ενότητας είναι να γνωρίσουμε δύο βασικές έννοιες που σχετίζονται άμεσα με χημικούς υπολογισμούς:

1. Τη μοριακή και τυπική μάζα μιας ουσίας
2. Το mole ή γραμμομόριο μιας ουσίας

Προσδοκώμενα αποτελέσματα

Όταν θα έχετε μελετήσει αυτό το κεφάλαιο, θα μπορείτε να:

- ❖ Ορίζετε τη μοριακή και την τυπική μάζα μιας ουσίας.
- ❖ Υπολογίζετε την τυπική μάζα από τον τύπο της ένωσης και από μοριακά μοντέλα.
- ❖ Ορίζετε την έννοια του mole και της γραμμομοριακής μάζας.
- ❖ Ορίζετε και να εφαρμόζετε τον αριθμό του Avogadro.
- ❖ Υπολογίζετε τη μάζα ατόμων και μορίων.
- ❖ Μετατρέπτε mole σε γραμμάρια ουσίας και αντιστρόφως.
- ❖ Υπολογίζετε τον αριθμό των μορίων μιας ουσίας σε δεδομένη μάζα ουσίας.

Έννοιες κλειδιά

- ❖ Αριθμός Avogadro
- ❖ Γραμμομοριακή μάζα
- ❖ Γραμμομόριο ή mole
- ❖ Μοριακή μάζα
- ❖ Τυπική μάζα

Ebbing – Gammon (Ενότητες)

3.1 Μοριακή μάζα και τυπική μάζα

3.2 Η έννοια του mole

3.1 Μοριακή μάζα και τυπική μάζα

Μοριακή μάζα (MM) μιας ουσίας: είναι το άθροισμα των ατομικών μαζών όλων των ατόμων που υπάρχουν σε ένα μόριο της ουσίας.

Τυπική μάζα (TM) μιας ουσίας: είναι το άθροισμα των ατομικών μαζών όλων των ατόμων που υπάρχουν σε μια τυπική μονάδα της ουσίας, ανεξάρτητα αν η ουσία είναι μοριακή ή όχι.
(Δηλαδή, η έννοια της τυπικής μάζας είναι γενικότερη!)

Π.χ., το H_2O έχει άθροισμα ατομικών μαζών 18,00 amu και το NaCl 58,44 amu.

Για το H_2O , που είναι μοριακή ένωση, η μοριακή και η τυπική μάζα ταυτίζονται και είναι 18,00 amu.

Για το NaCl που είναι ιοντική ένωση, η έκφραση «η μοριακή μάζα του NaCl είναι 58,44 amu» δεν έχει νόημα! Εδώ, το σωστό είναι «η τυπική μάζα του NaCl είναι 58,44 amu».

Παράδειγμα 3.1

Υπολογισμός της τυπικής μάζας από τον τύπο της ένωσης

Βρείτε τις τυπικές μάζες των ενώσεων PCl_5 και NH_4NO_3 με ακρίβεια τριών σημαντικών ψηφίων.

Απάντηση

Άθροιση των ατομικών μαζών (AM) όλων των στοιχείων που υπάρχουν στον χημικό τύπο της ένωσης:

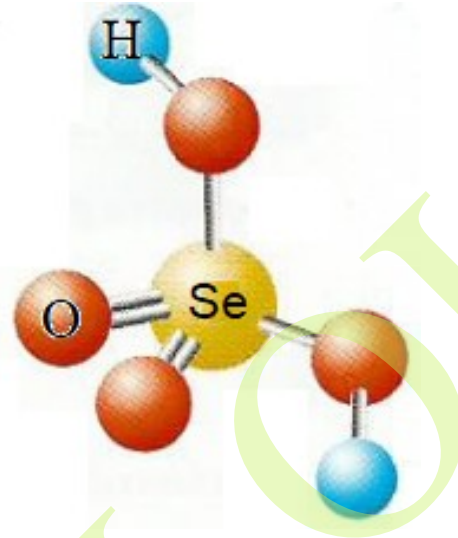
$$\begin{aligned}\text{TM ή MM του } \text{PCl}_5 &= \text{AM του P} + 5(\text{AM του Cl}) \\ &= 30,97 \text{ amu} + (5 \times 35,45 \text{ amu}) = 208,220 \text{ amu} \\ &= 208 \text{ amu}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{TM του } \text{NH}_4\text{NO}_3 &= 2(\text{AM του N}) + 4(\text{AM του H}) + 3(\text{AM του O}) \\ &= (2 \times 14,01 \text{ amu} + (4 \times 1,008 \text{ amu})) + (3 \times 16,00 \text{ amu}) \\ &= 80,052 \text{ amu} = 80,1 \text{ amu}\end{aligned}$$

Παράδειγμα 3.2

Υπολογισμός της τυπικής μάζας από μοριακά μοντέλα

Υπολογίστε την τυπική μάζα του εικονιζόμενου μορίου με 5 σ.ψ.:



Απάντηση

Το εικονιζόμενο μόριο είναι το σεληνικό οξύ, H_2SeO_4 , αντίστοιχο του θειικού οξέος, H_2SO_4 .

$$\begin{aligned}\text{TM ή MM του } \text{H}_2\text{SeO}_4 &= \text{AM του Se} + 2(\text{AM του H}) + 4(\text{AM του O}) \\ &= (1 \times 78,96 \text{ amu}) + (2 \times 1,008 \text{ amu}) + (4 \times 16,00 \text{ amu}) \\ &= 144,976 \text{ amu} = 144,98 \text{ amu}\end{aligned}$$

3.2 Η έννοια του mole

(α) Ορισμός του mole και της γραμμομοριακής μάζας

mole ή γραμμομόριο (σύμβολο mol): η ποσότητα μιας δεδομένης ουσίας η οποία περιέχει τόσα άτομα, μόρια ή τυπικές μονάδες, όσα είναι ο αριθμός του Avogadro.

Αριθμός του Avogadro (σύμβολο N_A): Ο αριθμός ατόμων C σε ένα δείγμα άνθρακα-12 που ζυγίζει ακριβώς 12 g.

Γραμμομοριακή μάζα μιας ουσίας: είναι η μάζα ενός mole της ουσίας.

Για όλες τις ουσίες, η γραμμομοριακή μάζα σε γραμμάρια ανά mole είναι αριθμητικά ίση με την τυπική μάζα σε μονάδες ατομικής μάζας.

Π.χ. H_2O : Γραμμομοριακή μάζα 18,0 g/mol

Τυπική ή μοριακή μάζα 18,0 amu

Προσοχή! Πρέπει πάντα να δηλώνουμε σε τι αναφέρεται το mole

Π.χ., ένα mole ατομικού οξυγόνου (O) περιέχει $6,02 \times 10^{23}$ άτομα O.

Ένα mole μοριακού οξυγόνου (O_2) περιέχει $6,02 \times 10^{23}$ μόρια O_2 ή $2 \times 6,02 \times 10^{23}$ άτομα O.

Ένα mole μορίων όζοντος (O_3) περιέχει $6,02 \times 10^{23}$ μόρια O_3 ή

$3 \times 6,02 \times 10^{23}$ άτομα O.

Mole και γραμμομοριακή μάζα: παραδείγματα



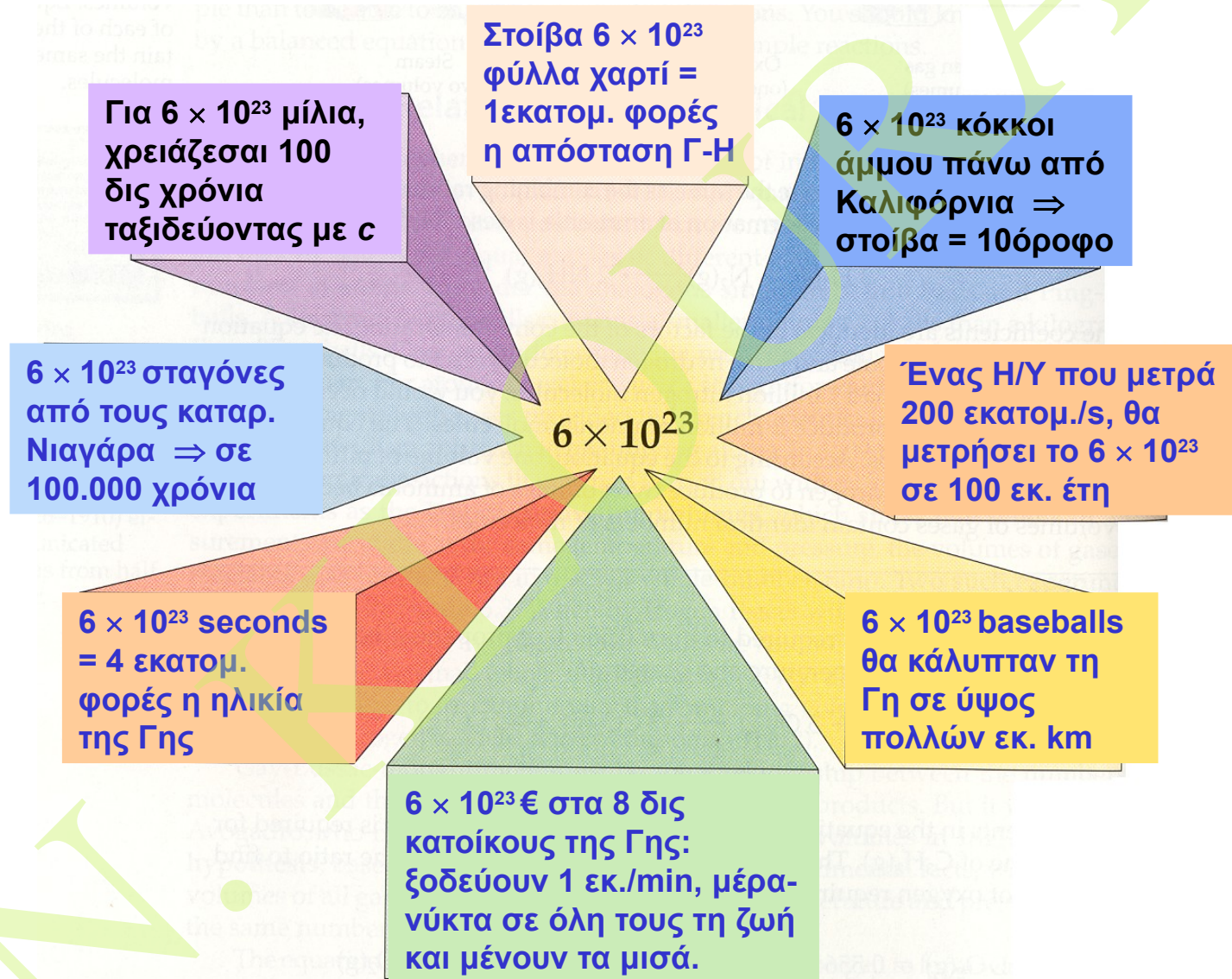
Ποσότητες ενός mole από
διάφορες ουσίες:

1. Οκτανόλη, $C_8H_{17}OH$
2. Ιωδίδιο του υδραργύρου, HgI_2
3. Θείο, S_8
4. Μεθανόλη, CH_3OH

Ερωτήσεις

- (α) Πόσο ζυγίζει καθεμιά από αυτές τις ποσότητες των ουσιών;
(β) Αν διαφέρουν οι παραπάνω μάζες, γιατί διαφέρουν αφού όλες εκφράζουν την ίδια ποσότητα (ένα mole);
(γ) Τι κοινό έχουν αυτές οι τέσσερις ποσότητες;

Πόσο μεγάλος είναι ο αριθμός του Avogadro;



Παράδειγμα 3.3

Υπολογισμός της μάζας ενός ατόμου ή μορίου

Υπολογίστε τη μάζα σε γραμμάρια καθεμιάς από τις παρακάτω οντότητες:

(α) άτομο S (β) μόριο CH₃Cl (γ) τυπική μονάδα Mg(NO₃)₂

Απάντηση

(α) AM του S = 32,07 amu \Rightarrow γραμμομοριακή μάζα του S 32,07 g/mol
1 mol ατόμων S είναι ίσο με $6,022 \times 10^{23}$ άτομα S, άρα έχουμε:

$$\text{Μάζα ενός ατόμου S} = \frac{32,07 \text{ g/mol}}{6,022 \times 10^{23} \text{ άτομα/mol}} = 5,325 \times 10^{-23} \text{ g/άτομο}$$

Με ανάλογο τρόπο βρίσκουμε:

(β) Γραμμομοριακή μάζα του CH₃Cl = 50,48 g/mol

Μάζα ενός μορίου CH₃Cl = $8,383 \times 10^{-23}$ g/μόριο

(γ) Γραμμομοριακή μάζα του Mg(NO₃)₂ = 148,33 g/mol

Μάζα μιας τυπικής μονάδας Mg(NO₃)₂ = $2,463 \times 10^{-22}$ g/TM

(β) Υπολογισμοί με moles

Παράδειγμα 3.4

Μετατροπή των moles μιας ουσίας σε γραμμάρια

Υπολογίστε τη μάζα των παρακάτω ουσιών σε γραμμάρια.

(α) 0,205 mol Fe (γ) 5,8 mol CO₂ (δ) 48,1 mol K₂CrO₄

(Για τις ατομικές μάζες, χρησιμοποιήστε τον Π.Π.)

Απάντηση

$$(α) 0,205 \text{ mol Fe} \times \frac{55,85 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = 11,44 \text{ g Fe} = 11,4 \text{ g Fe}$$

$$(β) 5,8 \text{ mol CO}_2 \times \frac{44,01 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 255,2 \text{ g CO}_2 = 2,6 \times 10^2 \text{ g CO}_2$$

$$(γ) 48,1 \text{ mol K}_2\text{CrO}_4 \times \frac{194,20 \text{ g K}_2\text{CrO}_4}{1 \text{ mol K}_2\text{CrO}_4} = 9341,02 \text{ g K}_2\text{CrO}_4 \\ = 9,34 \times 10^3 \text{ g K}_2\text{CrO}_4$$

Παράδειγμα 3.5

Μετατροπή γραμμαρίων μιας ουσίας σε moles

Βρείτε τα moles για καθεμιά από τις παρακάτω ουσίες.

(α) 2,57 g As (β) 7,83 g S₈ (γ) 41,4 g N₂H₄ (δ) 153 g Al₂(SO₄)₃

(Για τις ατομικές μάζες, χρησιμοποιήστε τον Π.Π.)

Απάντηση

$$(α) 2,57 \text{ g As} \times \frac{1 \text{ mol As}}{74,92 \text{ g As}} = 0,03430 \text{ mol As} = 0,0343 \text{ mol As}$$

$$(β) 7,83 \text{ g S}_8 \times \frac{1 \text{ mol S}_8}{256,56 \text{ g S}_8} = 0,03051 \text{ mol S}_8 = 0,0305 \text{ mol S}_8$$

$$(γ) 41,4 \text{ g N}_2\text{H}_4 \times \frac{1 \text{ mol N}_2\text{H}_4}{32,052 \text{ g N}_2\text{H}_4} = 1,2916 \text{ mol N}_2\text{H}_4 = 1,29 \text{ mol N}_2\text{H}_4$$

$$(δ) 153 \text{ g Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times \frac{1 \text{ mol Al}_2(\text{SO}_4)_3}{342,17 \text{ g Al}_2(\text{SO}_4)_3} = 0,44715 \text{ mol Al}_2(\text{SO}_4)_3 \\ = 0,447 \text{ mol Al}_2(\text{SO}_4)_3$$

Παράδειγμα 3.6

Υπολογισμός ατόμων, μορίων ή ιόντων σε μια δεδομένη μάζα

Υπολογίστε τα ακόλουθα:

(α) αριθμός ατόμων σε 7,92 g I₂ (β) αριθμός τυπικών μονάδων (TM) σε 3,31 g NaClO₄ (γ) αριθμός ιόντων Ca²⁺ σε 3,91 g Ca₃(PO₄)₂
(Για τις ατομικές μάζες, χρησιμοποιήστε τον Π.Π.)

Απάντηση

(α) 1 mol I₂ ζυγίζει 2×126,90 g και περιέχει 2×6,022×10²³ άτομα I ⇒

$$\text{Αριθμός ατόμων I} = 7,92 \text{ g I}_2 \times \frac{2 \times 6,022 \times 10^{23} \text{ άτομα}}{(2 \times 126,90) \text{ g I}_2} = 3,76 \times 10^{22} \text{ άτομα}$$

$$\text{(β) Αριθμός TM NaClO}_4 = 3,31 \text{ g NaClO}_4 \times \frac{6,022 \times 10^{23} \text{ TM}}{122,44 \text{ g NaClO}_4} = 1,63 \times 10^{22} \text{ TM}$$

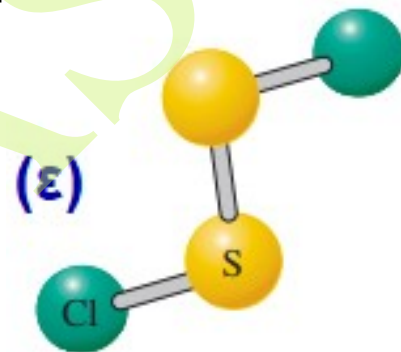
$$\text{(γ) Αριθμός ιόντων Ca}^{2+} = 3,91 \text{ g Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \times \frac{3 \times 6,022 \times 10^{23} \text{ ιόντα}}{310,18 \text{ g Ca}_3(\text{PO}_4)_2} =$$

$$2,28 \times 10^{22} \text{ ιόντα}$$

Ερωτήσεις – Ασκήσεις – Προβλήματα

3.1 Βρείτε τις τυπικές μάζες των παρακάτω ενώσεων με τρία σημαντικά ψηφία.

(α) οξικό οξύ, (β) πενταχλωρίδιο του φωσφόρου
(γ) θειικό κάλιο (δ) υδροξείδιο του ασβεστίου



3.2 Πόσα g ζυγίζει (α) ένα άτομο σιδήρου;
(β) ένα μόριο τριχλωριδίου του φωσφόρου

3.3 (α) Υπολογίστε τη μάζα σε γραμμάρια 0,853 mol νιτρικού κοβαλτίου(II)

(β) Πόσα moles είναι τα 5,88 mg τριφθοριδίου του χλωρίου;

3.4 Ένα δείγμα γαλάζιου πενταϋδρικού θειικού χαλκού(II), $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, μάζας 1,547 g, θερμαίνεται προσεκτικά για να εκδιωχθεί το νερό. Οι λευκοί κρύσταλλοι του CuSO_4 που απομένουν, έχουν μάζα 0,989 g. Πόσα moles H_2O υπήρχαν στο αρχικό δείγμα; Δείξτε ότι οι σχετικές ποσότητες των moles του CuSO_4 και του H_2O συμφωνούν με τον τύπο του υδρίτη.

Ερωτήσεις – Ασκήσεις – Προβλήματα

3.5 Το οξαλικό οξύ είναι ένα άχρωμο κρυσταλλικό στερεό. Αυτό και τα άλατά του χρησιμοποιούνται στην Αναλυτική Χημεία, στη βαφική και αλλού. Αν χρειάζεστε $3,6 \times 10^{24}$ μόρια οξαλικού οξέος, πόσα γραμμάρια από το οξύ θα ζυγίσετε;

(α) 450 g (β) $5,4 \times 10^2$ g (γ) $3,8 \times 10^3$ g (δ) $4,5 \times 10^2$ g