

Χημικές ουσίες: Τύποι και ονόματα

ΣΚΟΠΟΣ

Ο σκοπός αυτής της ενότητας είναι να γνωρίσουμε:

1. τους χημικούς τύπους των ενώσεων, μοριακών και ιοντικών
2. τη χημική ονοματολογία ιοντικών ενώσεων, δυαδικών μοριακών ενώσεων, οξέων και υδριτών.

Προσδοκώμενα αποτελέσματα

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

- ❖ Εξακριβώνετε πότε ο χημικός τύπος μιας ένωσης αποτελεί ταυτόχρονα και μοριακό τύπο.
- ❖ Ορίζετε τι είναι ιόν, κατιόν και ανιόν.
- ❖ Ταξινομείτε τις ενώσεις σε μοριακές και ιοντικές.
- ❖ Ορίζετε τι είναι τυπική μονάδα και να δίνετε παραδείγματα.
- ❖ Προσδιορίζετε τα φορτία σε μια ιοντική ένωση.
- ❖ Αναγράφετε ιοντικούς τύπους, όταν δίνονται τα ιόντα τους.
- ❖ Διακρίνετε πότε μια ένωση είναι οργανική.
- ❖ Αποδίδετε το όνομα σε μια ιοντική ένωση με βάση τον τύπο της και αντιστρόφως (από το όνομά της να εξάγετε τον τύπο της)
- ❖ Αποδίδετε το όνομα σε μια δυαδική μοριακή ένωση με βάση τον τύπο της και αντιστρόφως (από το όνομά να εξάγετε τον τύπο της)
- ❖ Αναγνωρίζετε αν μια μοριακή ένωση ανήκει στα δυαδικά οξέα ή στα οξυοξέα και να αποδίδετε το όνομά της.
- ❖ Βρίσκετε το όνομα και τον τύπο ενός ανιόντος από το ένα οξύ.
- ❖ Αναγνωρίζετε τις ενώσεις που ανήκουν στους υδρίτες και να αποδίδετε τα ονόματά τους.

Έννοιες κλειδιά

- ❖ Ανιόν
- ❖ Ανόργανη ένωση
- ❖ Διαδική ένωση
- ❖ Ιόν
- ❖ Ιοντική ένωση
- ❖ Κατιόν
- ❖ Λειτουργική ομάδα
- ❖ Μονατομικό ιόν
- ❖ Μονομερές
- ❖ Μοριακός τύπος
- ❖ Μόριο
- ❖ Οξυοξύ
- ❖ Οργανική ένωση
- ❖ Πολυατομικό ιόν
- ❖ Πολυμερές
- ❖ Τυπική μονάδα
- ❖ Υδρίτης
- ❖ Υδρογονάνθρακας
- ❖ Χημική ονοματολογία
- ❖ Χημικός τύπος

Ebbing – Gammon (Ενότητες)

2.6 Χημικοί τύποι – Μοριακές και ιοντικές ενώσεις

2.7 Οργανικές ενώσεις

2.8 Ονοματολογία απλών ενώσεων

2.6 Χημικοί τύποι – Μοριακές και ιοντικές ενώσεις

(α) Μοριακές ενώσεις (Ορισμοί)

Χημικός τύπος: είναι μια παράσταση που χρησιμοποιεί σύμβολα ατόμων με αριθμητικούς δείκτες, οι οποίοι εκφράζουν τις σχετικές αναλογίες ατόμων των διαφορετικών στοιχείων της ένωσης.

Μόριο: είναι μια ορισμένη ομάδα ατόμων, χημικά ενωμένων μεταξύ των, δηλαδή στενά συνδεδεμένων μέσω ελκτικών δυνάμεων.

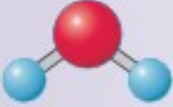
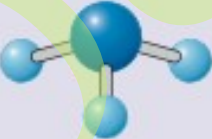
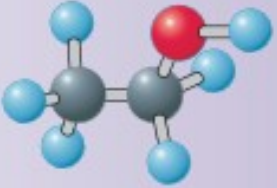



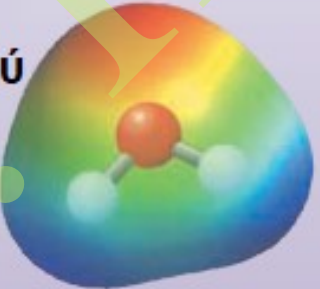
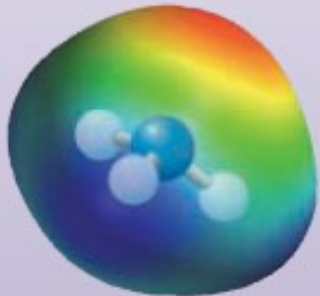
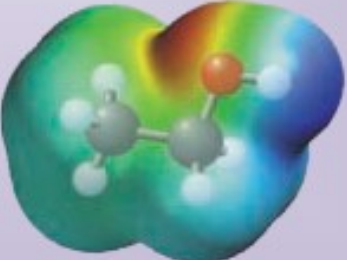
Μοριακός τύπος: δίνει τον ακριβή αριθμό των ατόμων κάθε στοιχείου που περιέχεται σε ένα μόριο.

Συντακτικός τύπος: είναι ένας χημικός τύπος που δείχνει πώς είναι συνδεδεμένα τα άτομα μεταξύ τους σε ένα μόριο (ποιο συνδέεται με ποιο). Ο **στερεοχημικός τύπος** δείχνει επιπλέον τις σχετικές θέσεις των ατόμων στον χώρο (βλ. μοριακά μοντέλα).

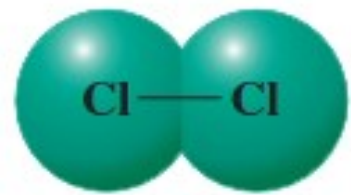
Πολυμερή είναι πολύ μεγάλα μόρια που σχηματίζονται από την επαναλαμβανόμενη συνένωση ενός αριθμού μικρών μορίων.

Μονομερή είναι τα μικρά μόρια, τα οποία συνενώνονται για να σχηματίσουν το πολυμερές.

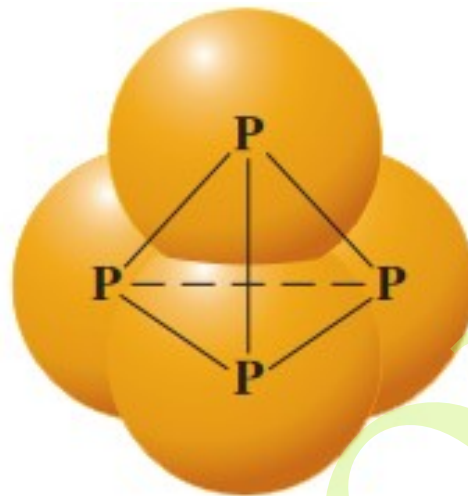
Παραδείγματα μοριακών και συντακτικών τύπων

	Νερό	Αμμωνία	Αιθανόλη
Μοριακός τύπος	H_2O	NH_3	C_2H_6O
Συντακτικός τύπος	$H-O-H$	$\begin{array}{c} H-N-H \\ \\ H \end{array}$	$\begin{array}{c} H & H \\ & \\ H-C & -C-O-H \\ & \\ H & H \end{array}$
Μοριακό μοντέλο (σφαίρας-ράβδου)			
Μοριακό μοντέλο (πλήρωσης χώρου)			
Χάρτης ηλεκτροστατικού δυναμικού			

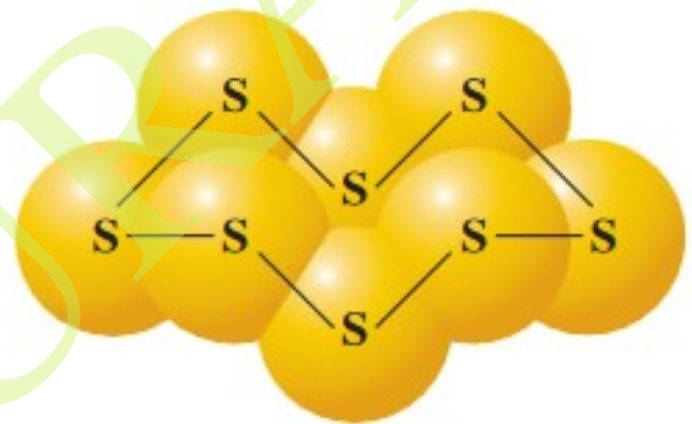
Μοριακά μοντέλα στοιχειακών ουσιών



διατομικό
μόριο

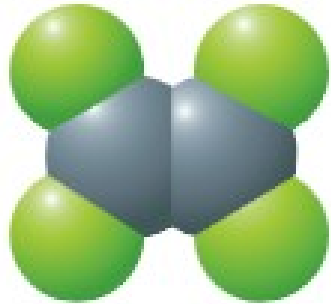


τετρατομικό
μόριο

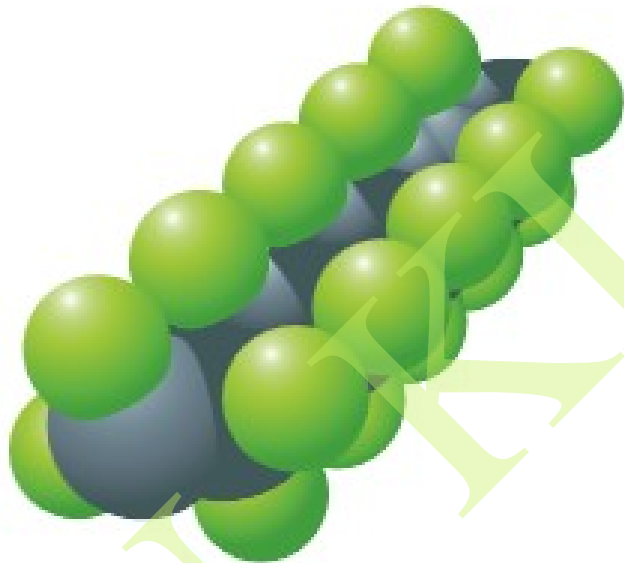


οκτατομικό
μόριο

Μονομερή και πολυμερή



Μοντέλο του μονομερούς
 $F_2C=CF_2$ (σύνθεση Teflon)



Μοντέλο του πολυμερούς
 $(CF_2CF_2)_n$ (Teflon)



Αντικολλητικό τηγάνι
με επένδυση Teflon

(β) Ιοντικές ενώσεις (Ορισμοί)

Ιόν: ένα ηλεκτρικά φορτισμένο σωματίδιο που λαμβάνεται από ένα άτομο ή από μια ομάδα χημικά ενωμένων ατόμων με προσθήκη ή αφαίρεση ηλεκτρονίων.

Ανιόν: ένα αρνητικά φορτισμένο ιόν.

Κατιόν: ένα θετικά φορτισμένο ιόν.

Ιοντική ένωση: ένωση που δημιουργείται από την αμοιβαία έλξη ανάμεσα σε κατιόντα και ανιόντα.

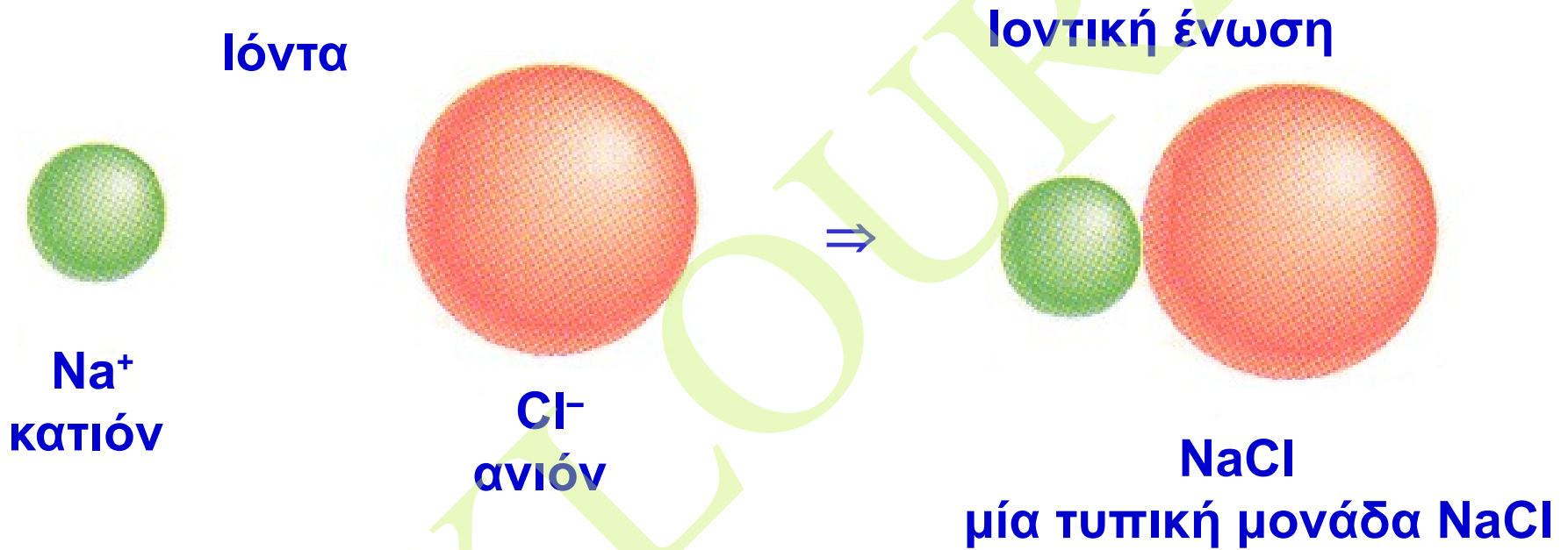
Κρύσταλλος: είδος στερεού που έχει μια κανονική τρισδιάστατη διάταξη ατόμων, μορίων ή ιόντων.

Τυπική μονάδα μιας ουσίας: είναι η ομάδα ατόμων ή ιόντων που ρητά συμβολίζονται στον τύπο της ουσίας.

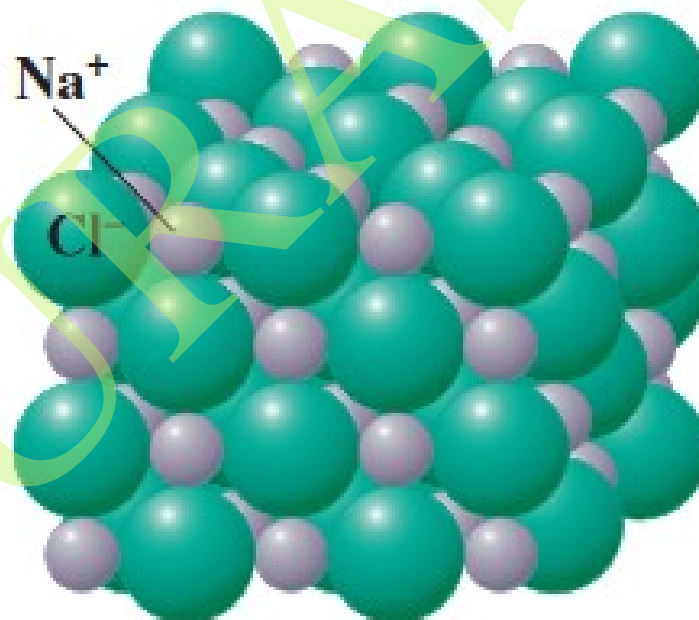
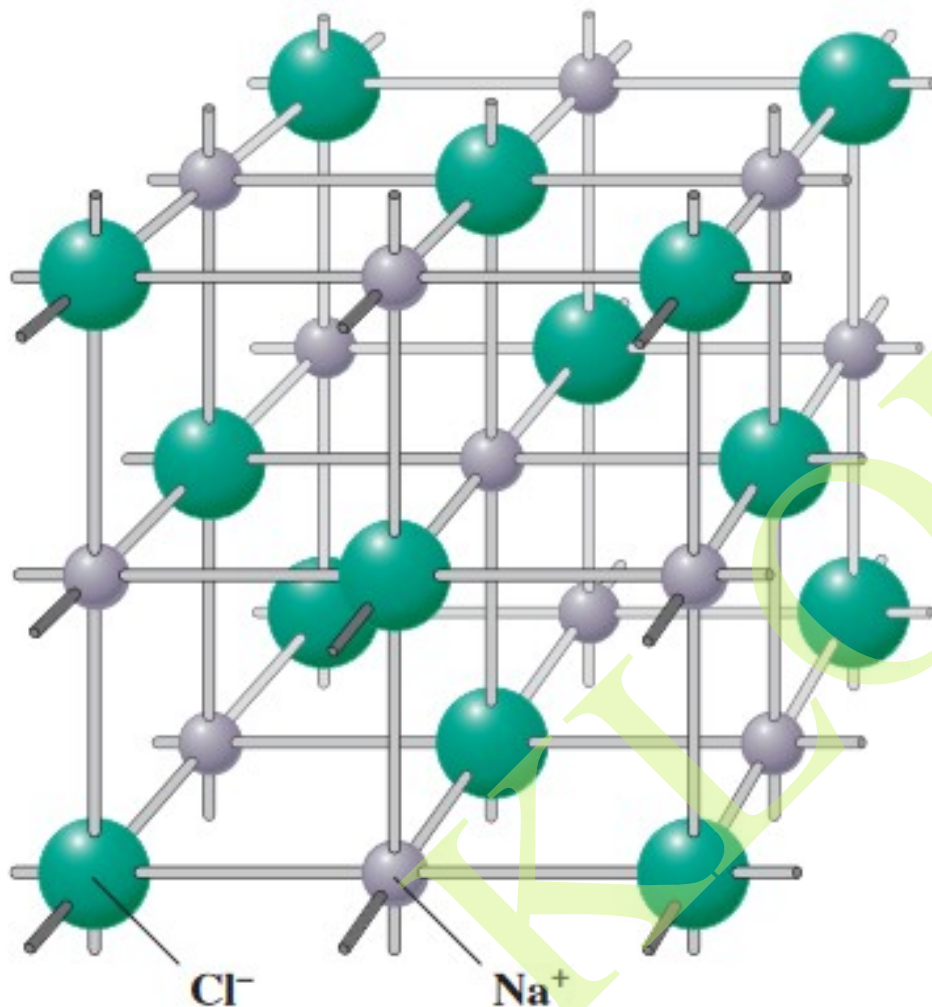
(Χρησιμοποιείται για μοριακές, αλλά κυρίως για ιοντικές ενώσεις)

Π.χ. η τυπική μονάδα (ΟΧΙ το μόριο) του $\text{Mn}_3(\text{PO}_4)_2$ αποτελείται από τρία ιόντα Mn^{2+} και 2 ιόντα PO_4^{3-} .

Παράδειγμα ιοντικής ένωσης



Ο κρύσταλλος του χλωριδίου του νατρίου



Πακετάρισμα των ιόντων Na⁺ και Cl⁻ στον κρύσταλλο του χλωριδίου του νατρίου.

Κάθε ιόν Na⁺ περιβάλλεται από 6 ανιόντα Cl⁻ και κάθε ιόν Cl⁻ περιβάλλεται από 6 κατιόντα Na⁺

Παράδειγμα 2.5

Αναγραφή ιοντικού τύπου όταν δίνονται τα ιόντα

(i) Το χρωμικό κάλιο, μια σημαντική ένωση του χρωμίου, αποτελείται από ιόντα K^+ και CrO_4^{2-} . Γράψτε τον τύπο της ένωσης.

(ii) Γράψτε τον τύπο της ένωσης για τα ζεύγη:

(α) Fe^{3+} και CN^- (β) Ca^{2+} και P^{3-}



Απάντηση

(i) K_2CrO_4

(ii) (α) $Fe(CN)_3$

(β) Ca_3P_2

2.7 Οργανικές ενώσεις

Οργανικές ενώσεις: μοριακές ενώσεις που περιέχουν άνθρακα ενωμένο με άλλα στοιχεία, όπως υδρογόνο, οξυγόνο και άζωτο.

(Ιστορικό: Friedrich Wöhler, σύνθεση ουρίας H_2NCONH_2 από NH_3 και HOCN) 1828 \Rightarrow κατάρριψη της θεωρίας της «ζωικής δύναμης» (vis vitalis)

Υδρογονάνθρακες: ενώσεις που περιέχουν μόνο υδρογόνο και άνθρακα.

Λειτουργική ομάδα: είναι ένα δραστικό τμήμα μορίου, το οποίο υπόκειται σε προβλέψιμες αντιδράσεις.

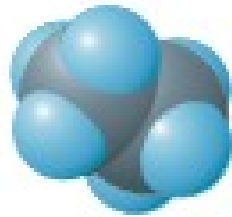
Αλκοόλες: ROH , λειτουργική ομάδα $-\text{OH}$

Αιθέρες: ROR , λειτουργική ομάδα $-\text{O}-$

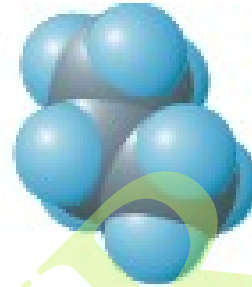
Μοριακά μοντέλα γνωστών οργανικών ενώσεων



CH_4
Methane



C_2H_6
Ethane



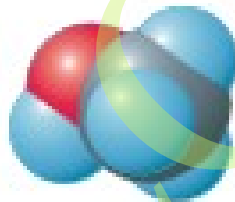
C_3H_8
Propane



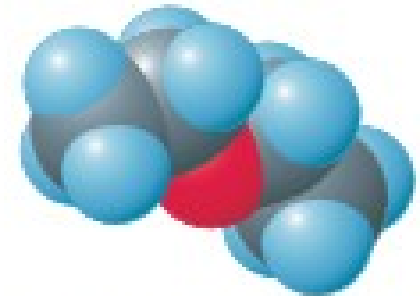
C_2H_2
Acetylene



C_6H_6
Benzene



CH_3OH
Methanol



$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$
Diethyl ether

Οι πέντε πρώτες ενώσεις ανήκουν στους **υδρογονάνθρακες**, η μεθανόλη είναι **αλκοόλη** με λειτουργική ομάδα το $-\text{OH}$ και ο διαιθυλαιθέρας είναι **αιθέρας** με λειτουργική ομάδα το $-\text{O}-$

2.8 Ονοματολογία απλών ενώσεων

Εμπειρικές ονομασίες ενώσεων

Άλας του Glauber: Na_2SO_4 , Σόδα πλυσίματος: Na_2CO_3

Άκουαφόρτε: HNO_3 , Σπίρτο του άλατος: $\text{HCl}(\text{aq})$

Βιτριόλι: H_2SO_4 , Βασιλικόν ύδωρ: ;;;

Χημική ονοματολογία: η συστηματική, δηλαδή βάσει κανόνων, απόδοση ονομάτων στις χημικές ενώσεις.

Ανόργανες ενώσεις: είναι ενώσεις που συντίθενται από οποιαδήποτε άλλα στοιχεία πλην του άνθρακα (εξαιρέσεις: CO , CO_2 , ανθρακικά άλατα κ.λπ.)

Μονατομικό ιόν: το ιόν που σχηματίζεται από ένα απλό άτομο.

Συνηθισμένα μονατομικά ιόντα στοιχείων των κυρίων ομάδων:

H^+ , Li^+ , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Pb^{2+} , Al^{3+} , N^{3-} , O^{2-} , F^- , Cl^- , Br^- , H^-

Φορτίο μονατομικών ανιόντων = αριθμός ομάδας – 8
(Ομάδες: Αρίθμηση I – VIII)

Μονατομικά ιόντα μεταβατικών στοιχείων

Fe^{2+} , Fe^{3+} , Co^{2+} , Co^{3+} , Cu^+ , Cu^{2+}

(α) Ιοντικές ενώσεις

Κανόνες απόδοσης ονομάτων σε μονατομικά ιόντα

Μονατομικά κατιόντα

Από το όνομα του στοιχείου: Ca^{2+} : ιόν ασβεστίου

Sn^{2+} = ιόν κασσιτέρου(II), Fe^{3+} = ιόν του σιδήρου(III)

Οι Ρωμαϊκοί αριθμοί (I), (II), (III) ... δηλώνουν το φορτίο του ιόντος

Μονατομικά ανιόντα

Από τη ρίζα του ονόματος του στοιχείου + κατάληξη *-ιδιο*

Br^- = βρωμίδιο, S^{2-} = σουλφίδιο, O^{2-} = οξείδιο, N^{3-} = νιτρίδιο

Πολυατομικά ιόντα: τα ιόντα που αποτελούνται από δύο ή περισσότερα άτομα, χημικά ενωμένα μεταξύ τους και φέρουν ένα καθαρό ηλεκτρικό φορτίο. Π.χ., NH_4^+ , CN^- , NO_3^- , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$

Πίνακας με τα πολυατομικά ιόντα: τον μαθαίνουμε απ' έξω!

Οξοανιόντα: καταλήξεις *-ικο*, *-ωδες*. Προθήματα: *-υπο*, *-υπερ*

Π.χ., ClO_3^- (χλωρικό)

ClO_2^- (χλωριώδες)

ClO^- (υποχλωριώδες)

ClO_4^- (υπερχλωρικό)

Συνηθισμένα πολυατομικά ιόντα

Όνομα	Τύπος	Όνομα	Τύπος
Υδράργυρος(I)	Hg_2^{2+}	Νιτρώδες	NO_2^-
Αμμώνιο	NH_4^+	Νιτρικό	NO_3^-
Κυανίδιο	CN^-	Υδροξείδιο	OH^-
Ανθρακικό	CO_3^{2-}	Υπεροξείδιο	O_2^{2-}
Υδρογονανθρακικό	HCO_3^-	Φωσφορικό	PO_4^{3-}
Οξικό	$\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$	Υδρογονοφωσφορικό	HPO_4^{2-}
Οξαλικό	$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	Διυδρογονοφωσφορικό	H_2PO_4^-
Υποχλωριώδες	ClO^-	Θειώδες	SO_3^{2-}
Χλωριώδες	ClO_2^-	Θεικό	SO_4^{2-}
Χλωρικό	ClO_3^-	Υδρογονοθειώδες	HSO_3^-
Υπερχλωρικό	ClO_4^-	Υδρογονοθειικό	HSO_4^-
Χρωμικό	CrO_4^{2-}	Θειοθειικό	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$
Διχρωμικό	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$		
Υπερμαγγανικό	MnO_4^-		

Παράδειγμα 2.6

Απόδοση ονόματος σε ιοντική ένωση με βάση τον τύπο της
Αναγραφή του τύπου ιοντικής ένωσης με βάση το όνομά της

(α) Δώστε τα ονόματα των ενώσεων: MgS , PbCrO_4 ,
 NH_4ClO_4 , GaP

(β) Γράψτε τους τύπους των ενώσεων: νιτρικό βάριο,
υπεροξείδιο του νατρίου, διυδρογονοφωσφορικό
στρόντιο, οξαλικό νικέλιο(II)

(α) $\text{S}^{2-} + \text{Mg}^{2+} \Rightarrow$ Σουλφίδιο του μαγνησίου

$\text{CrO}_4^{2-} + \text{Pb}^{2+} \Rightarrow$ Χρωμικός μόλυβδος(II)

$\text{ClO}_4^- + \text{NH}_4^+ \Rightarrow$ Υπερχλωρικό αμμώνιο

$\text{P}^{3-} + \text{Ga}^{3+} \Rightarrow$ Φωσφίδιο του γαλλίου

(β) $\text{NO}_3^- + \text{Ba}^{2+} \Rightarrow \text{Ba}(\text{NO}_3)_2$

$\text{O}_2^{2-} + \text{Na}^+ \Rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2$

$\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{Sr}^{2+} \Rightarrow \text{Sr}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$

$\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + \text{Ni}^{2+} \Rightarrow \text{NiC}_2\text{O}_4$

(β) Διαδικές μοριακές ενώσεις

Διαδικές ενώσεις: αυτές που αποτελούνται από δύο μόνο είδη στοιχείων:

(α) μέταλλο + αμέταλλο (KBr, NaH, Mg₃N₂) (Συνήθως ιοντικές)

(β) δύο αμέταλλα ή μεταλλοειδές + αμέταλλο (H₂O, CH₄, SiCl₄)
(Συνήθως μοριακές)

Κανόνες απόδοσης ονομάτων σε διαδικές μοριακές ενώσεις

Κατάληξη *-ιδιο*. Προθήματα: *μονο, δι, τρι, τετρα, ... δεκα ...*

NO : μονοξείδιο του αζώτου

S₂F₂ : διφθορίδιο του διθείου

P₄S₃ : τρισουλφίδιο του τετραφωσφόρου

Ποιο στοιχείο γράφεται πρώτο στην ένωση;

Στοιχείο	B	Si	C	Sb	As	P	N	H	Te	Se	S	I	Br	Cl	O	F
Ομάδα	3A	4A			5A					6A			7A			

Το λιγότερο ηλεκτραρνητικό (με λίγες εξαιρέσεις) γράφεται πρώτο.

Ηλεκτραρνητικότητα: θα τη μάθουμε παρακάτω

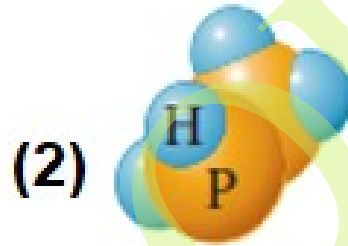
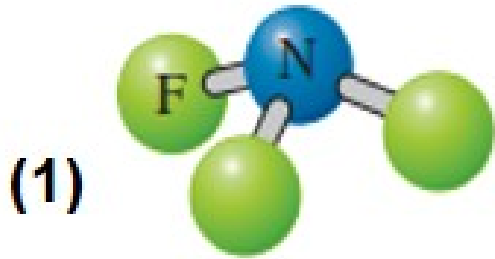
Παράδειγμα 2.7

Απόδοση τύπων και αναγραφή ονομάτων δυαδικών ενώσεων

(α) Ονοματίστε τις ενώσεις: BrF_3 , As_4S_5

(β) Γράψτε τους τύπους των ενώσεων: επταφθορίδιο του ιωδίου, νιτρίδιο του φωσφόρου

(γ) Δώστε το όνομα των εικονιζόμενων ενώσεων:



Απάντηση

(α) Τριφθορίδιο του βρωμίου, πεντασουλφίδιο του τετρααρσενικού

(β) IF_7 , PN

(γ) (1) NF_3 = Τριφθορίδιο του αζώτου,

(2) P_2H_4 = τετραϋδρίδιο του διφωσφόρου (διφωσφάνιο)

(3) OF_2 = διφθορίδιο του οξυγόνου (σωστό)

F_2O = οξειδίο του φθορίου ή μονοξειδίο του διφθορίου (λάθος!)¹⁹

H_2O = : NH_3 = : (δώστε τα συστημιατικά ονόματα)

(γ) Οξέα και αντίστοιχα ανιόντα – Υδρίτες

Πώς ορίζονται τα οξέα κατά Arrhenius, Brønsted–Lowry και Lewis;

1. Οξυοξέα: οξέα που περιέχουν υδρογόνο, οξυγόνο και ένα άλλο στοιχείο (που συχνά ονομάζεται κεντρικό άτομο).

Όνομα οξυοξέος = όνομα αντίστοιχου οξυανιόντος + οξύ

π.χ. HNO_3 = νιτρικό οξύ

Πίνακας με οξυανιόντα και οξυοξέα: τον μαθαίνουμε απ' έξω!!!

2. Οξέα υδρίδια: δυαδικές ενώσεις H_nX , όπως HCl , HBr , HCN , H_2S

διαλυόμενες στο νερό \Rightarrow όξινα διαλύματα

Όνομα τέτοιου διαλύματος: *υδρο + ρίζα ονόματος αμετάλλου + ικο*

π.χ. $\text{HCl}(\text{aq})$ = υδροχλωρικό οξύ, $\text{H}_2\text{S}(\text{aq})$ = υδροθειικό οξύ

Προσοχή: το HCl (ως αέριο, όχι σε υδατικό διάλυμα) ονομάζεται χλωρίδιο του υδρογόνου

Υδρίτης: ένωση η οποία στους κρυστάλλους της περιέχει μόρια νερού, χαλαρά ενωμένα, π.χ. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Όνομα: *πρόθημα + υδρικός + όνομα άνυδρης ένωσης*

\Rightarrow πενταϋδρικός θειικός χαλκός

Οξυανιόντα και τα αντίστοιχα οξυοξέα τους

Οξοανιόν		Οξοοξύ	
CO_3^{2-}	Ανθρακικό ιόν	H_2CO_3	Ανθρακικό οξύ
NO_2^-	Νιτρώδες ιόν	HNO_2	Νιτρώδες οξύ
NO_3^-	Νιτρικό ιόν	HNO_3	Νιτρικό οξύ
PO_4^{3-}	Φωσφορικό ιόν	H_3PO_4	Φωσφορικό οξύ
SO_3^{2-}	Θειώδες ιόν	H_2SO_3	Θειώδες οξύ
SO_4^{2-}	Θειικό ιόν	H_2SO_4	Θειικό οξύ
ClO^-	Υποχλωριώδες ιόν	HClO	Υποχλωριώδες οξύ
ClO_2^-	Χλωριώδες ιόν	HClO_2	Χλωριώδες οξύ
ClO_3^-	Χλωρικό ιόν	HClO_3	Χλωρικό οξύ
ClO_4^-	Υπερχλωρικό ιόν	HClO_4	Υπερχλωρικό οξύ

Παράδειγμα 2.8

Ονόματα και τύποι οξέων και υδριτών

- (α) Ονοματίστε τα οξέα: H_2SeO_3 και $\text{HCN}(\text{aq})$
- (β) Γράψτε τους τύπους των οξέων: αρσενικό οξύ, υδροσεληνικό οξύ
- (γ) Πώς ονομάζεται το άλας $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$;
- (δ) Ποιος είναι ο τύπος του τετραϋδρικού νιτρικού βηρυλλίου;

Απάντηση

(α) H_2SeO_3 = σεληνιώδες οξύ (κατά το θειώδες οξύ, H_2SO_3)
 $\text{HCN}(\text{aq})$ = υδροκυανικό οξύ

(β) Αρσενικό οξύ = H_3AsO_4 (κατά το φωσφορικό οξύ, H_3PO_4)
Υδροσεληνικό οξύ = $\text{H}_2\text{Se}(\text{aq})$ [κατά το υδροθειικό οξύ, $\text{H}_2\text{S}(\text{aq})$]

(γ) Εξαϋδρικό χλωρίδιο του κοβαλτίου(II)

(δ) $\text{Be}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

Ερωτήσεις – Ασκήσεις – Προβλήματα

2.6 Το νιτρικό οξύ αποτελείται από μόρια HNO_3 . Ένα δείγμα που ζυγίζει 3,50 g περιέχει $3,34 \times 10^{22}$ μόρια HNO_3 . Πόσα άτομα αζώτου υπάρχουν σε αυτό το δείγμα; Πόσα άτομα οξυγόνου υπάρχουν σε 1,50 g νιτρικού οξέος;

2.7 (i) Για καθένα από τα ακόλουθα ζεύγη ιόντων γράψτε τον τύπο της αντίστοιχης ένωσης: (α) Ni^{2+} και N^{3-} , (β) ιόν στροντίου και ιόν ιωδιδίου, (γ) ιόν γαλλίου και ιόν οξειδίου

(ii) Γράψτε τους τύπους των ενώσεων:

(α) οξείδιο του υδρογόνου, (β) δεκαοξείδιο του τετραφωσφόρου, (γ) οξείδιο του μαγγανίου(III) (δ) Διυδρικό οξαλικό χρώμιο(II), (ε) υποϊώδες οξύ, (στ) υδροξείδιο του χαλκού(I)

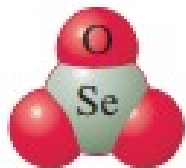
2.8 Δώστε τα συστηματικά ονόματα των ενώσεων:

(α) NH_4HCO_3 , (β) N_2O_5 , (γ) V_2O_5 , (δ) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$, (ε) H_2SeO_4 , (στ) $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, (ζ) MnO_4^- , (η) $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, (θ) $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$, (ι) $\text{Ca}(\text{ClO}_2)_2$

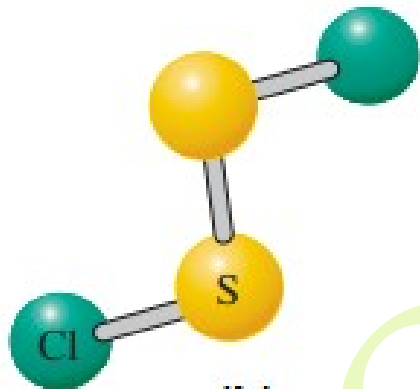
2.9 Η σχέση ατόμων σιδήρου προς άτομα οξυγόνου στην ένωση θειμικός σίδηρος(III) είναι: (α) 1·4 (β) 1·6 (γ) 1·8 ή (δ) 3·8 .

Ερωτήσεις – Ασκήσεις – Προβλήματα

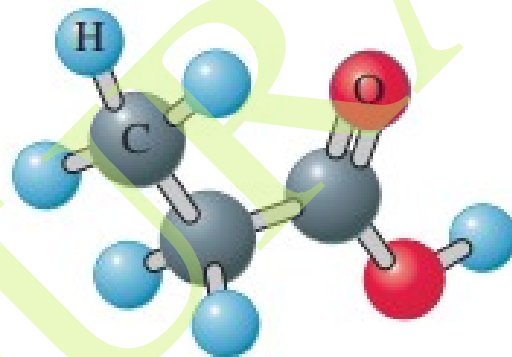
2.10 Γράψτε τα συστηματικά ονόματα για καθεμιά από τις ενώσεις που παριστάνουν τα ακόλουθα μοριακά μοντέλα:



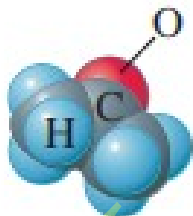
(a)



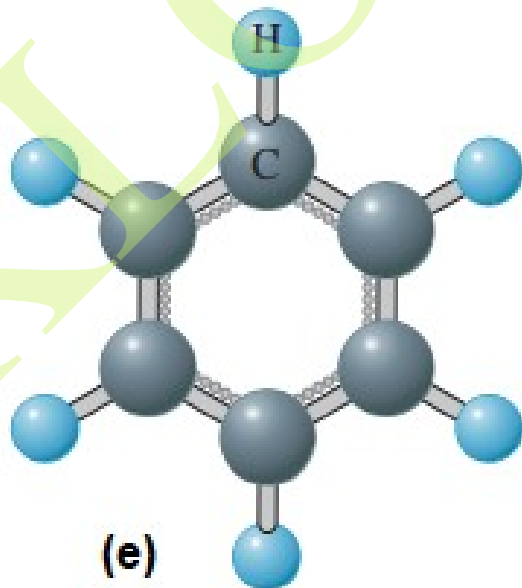
(b)



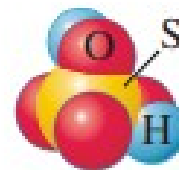
(c)



(d)



(e)



(f)