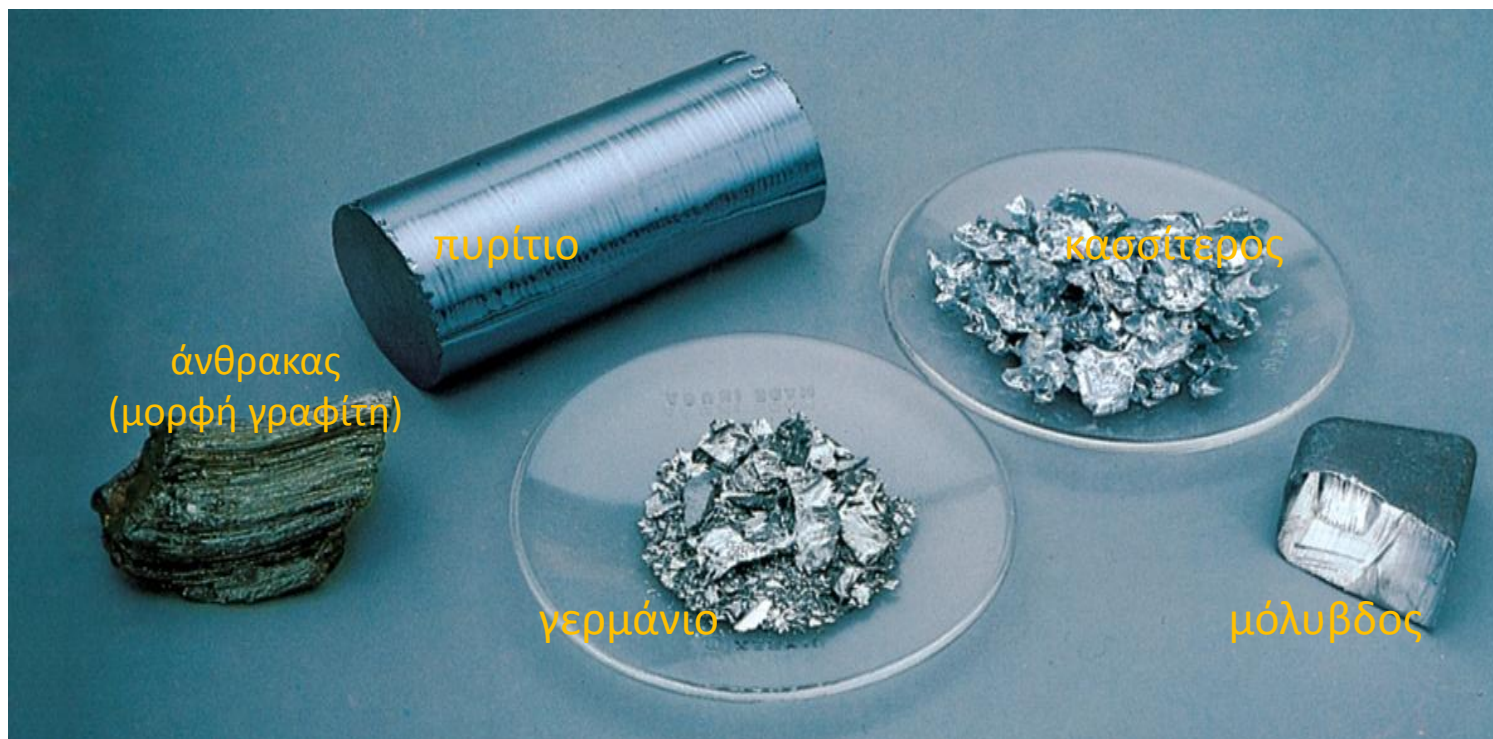


ΟΜΑΔΑ 14 (IV A) _ Οικογένεια του άνθρακα

- Στην ηλεκτρονιακή διαμόρφωση σθένους ns^2np^2 οφείλεται το γεγονός ότι ο άνθρακας και το πυρίτιο, σχηματίζουν κατά κανόνα **τέσσερις δεσμούς**.
- Το φαινόμενο του **αδρανούς ζεύγους** (διαμόρφωση ns^2) είναι σύνηθες για τα βαρύτερα στοιχεία και εξηγεί γιατί ο μόλυβδος είναι συνήθως σε **οξειδωτική κατάσταση +2**.



ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 14 (IVA) _ Αφθονία

Ο άνθρακας άφθονος στους γαιάνθρακες, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, καθώς και σε όλους τους οργανισμούς.

Είναι το κύριο συστατικό όλων των οργανικών ενώσεων. Στην ατμόσφαιρα το CO_2 , απαραίτητο στη φωτοσύνθεση. Στο στερεό φλοιό σε πολλά ορυκτά, π.χ. ανθρακικά άλατα του Ca και Mg.

Το πυρίτιο άφθονο στο στερεό φλοιό της γης με τις ενώσεις του SiO_2 ως πυριτικά άλατα π.χ. άμμος, χαλαζίας, αχάτης κ.ά.

Το γερμάνιο βρίσκεται σε ίχνη σε ορυκτά του αργύρου και του ψευδαργύρου και σε λιθάνθρακες.

Ο κασσίτερος απαντάται ως κασσιτερίτης SnO_2 ,

Ο μόλυβδος ως γαληνίτης PbS , κερουσίτης PbCO_3 , και αγγλεζίτης PbSO_4 .

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 14 (IVA) _ Γενικά

Τα στοιχεία της ομάδας είναι **λίγο ηλεκτραρνητικά αμέταλλα** (τα πρώτα) ή **λίγο ηλεκτροθετικά μέταλλα** (τα τελευταία) και γι αυτό **αδρανή**.

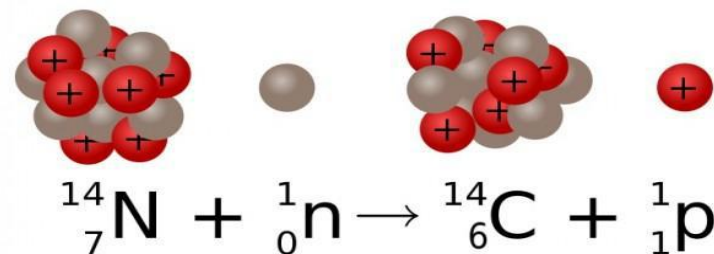
Ο άνθρακας και το πυρίτιο είναι **ισχυρά αναγωγικά** σε **υψηλές θερμοκρασίες** (λόγω σχηματισμού των σταθερών οξειδίων, CO_2 , SiO_2).

Η ηλεκτραρνητικότητα στην ομάδα από τον **C** στο **Pb** ελαττώνεται.

Κασσίτερος και μόλυβδος είναι μαλακά λόγω του φαινομένου αδρανούς ζεύγους (**κραυγή κασσιτέρου**).

Όλα τα στοιχεία έχουν την ίδια δομή με τον **αδάμαντα**.

Ο άνθρακας απαντά στη φύση σε δύο σταθερά ισότοπα ^{12}C και ^{13}C (98,89% και 1,11%).



Μικρή ποσότητα **ραδιενεργού ισοτόπου** ^{14}C παράγεται συνεχώς στη γήινη ατμόσφαιρα ως αποτέλεσμα των συγκρούσεων του αζώτου ^{14}N με τα νετρόνια των κοσμικών ακτίνων.

Ο ^{14}C προσλαμβάνεται από τους ζώντες οργανισμούς ως CO_2 , η συγκέντρωσή του παραμένει σταθερή καθόλη τη διάρκεια της ζωής και αρχίζει να μειώνεται μετά το θάνατό τους.

(περίοδος ημιζωής: $t_{1/2} = 5730$ έτη).



Εκθετική μείωση του ^{14}C με τον χρόνο σε όλα τα βιολογικά υλικά από την στιγμή του θανάτου.

Περίοδος ημιζωής $t_{1/2}$ ραδιενεργού υλικού είναι ο χρόνος που απαιτείται για τη διάσπαση της μισής από την αρχική ποσότητα του υλικού (^{14}C : $t_{1/2} = 5730$ έτη).

Η ραδιοχρονολόγηση με ^{14}C μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ηλικίες βιολογικών απολιθωμάτων έως 50.000 έτη.

Διαφορές άνθρακα-πυριτίου

Το άτομο του άνθρακα, είναι μικρότερο του ατόμου του πυριτίου, οπότε τα *p*-τροχιακά του ατόμου του άνθρακα πλησιάζουν μεταξύ τους περισσότερο (πλευρικά) και σχηματίζουν :

π - δεσμούς, όπως $C=C$ και $C=O$,

Διπλοί δεσμοί στο πυρίτιο σπανίζουν.

Ο άνθρακας, σχηματίζει διακεκριμένα μόρια, $O=C=O$.

Το διοξείδιο του πυριτίου (πυριτία) σχηματίζει δίκτυα ομάδων $-O-Si-O-$.

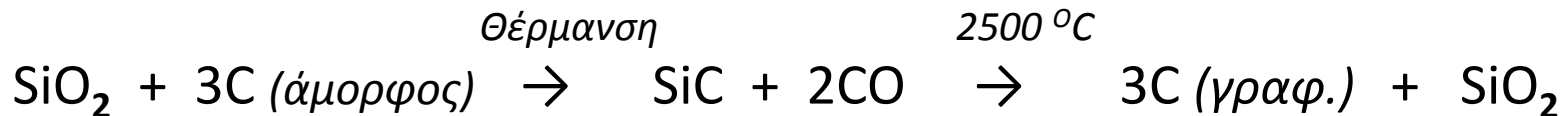
Το πυρίτιο έχει μεγαλύτερο μέγεθος και επεκτείνει το φλοιό σθένους του χρησιμοποιώντας τα *τροχιακά d* και λειτουργεί ως *οξύ Lewis*.

Το άτομο του άνθρακα είναι μικρότερο, ενώ δε διαθέτει *τροχιακά d* οπότε *δεν είναι δυνατό να λειτουργήσει ως οξύ Lewis*.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 14 (IVA) _ Παραγωγή

Ο **άμορφος άνθρακας** (αιθάλη) παράγεται κατά την ατελή καύση των υδρογονανθράκων.

Ο **γραφίτης** λαμβάνεται μετά την εξόρυξη του και τον καθαρισμό του. Επίσης παρασκευάζεται σύμφωνα με τις αντιδράσεις:



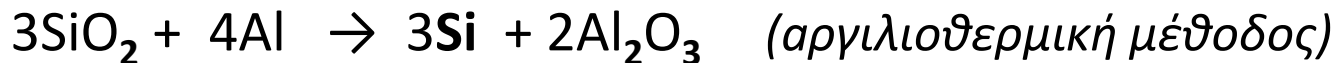
Ο **ενεργός άνθρακας** (άριστο πορώδες προσροφητικό μέσο) λαμβάνεται από πριονίδια ή τύρφη με θέρμανση ή οξείδωση.

Ο **αδάμας** μπορεί συνθετικά να παραχθεί από γραφίτη:



Το **πυρίτιο** λαμβάνεται με αναγωγή του SiO_2 με Al ή Mg :

(όχι με άνθρακα, λόγω σχηματισμού του καρβιδίου SiC):



Καθαρό πυρίτιο για ημιαγωγούς λαμβάνεται με τις αντιδράσεις:

$\text{Si} + 2\text{Cl}_2 \rightarrow \text{SiCl}_4$, το SiCl_4 (σ.ζ.= 57°C) αποστάζεται και ανάγεται με Mg:



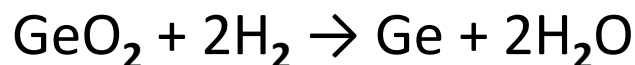
Επίσης με την αντίδραση:



(Το Na_2SiF_6 , είναι παραπροϊόν της βιομηχανίας λιπασμάτων).

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 14 (IVA) _ Παραγωγή

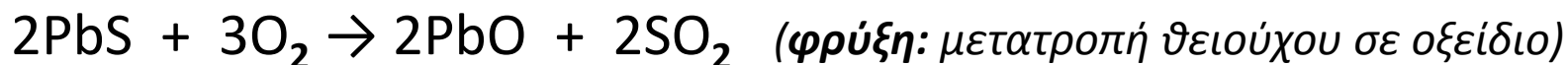
Το γερμάνιο παράγεται από τον αργυροδίτη (Ag_8GeS_6) ή από τα καυσάεργια κατά τη **φρύξη ορυκτών ψευδαργύρου**, όπου μετατρέπεται σε GeO_2 και ανάγεται με H_2 στη μεταλλική κατάσταση στους 530°C :



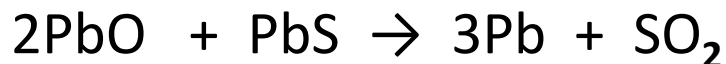
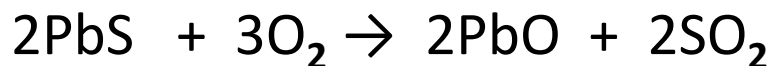
Ο κασσίτερος από τον κασσιτερίτη SnO_2 , με αναγωγή με C στους 1200 - 1300°C : $\text{SnO}_2 + \text{C} \rightarrow \text{Sn} + \text{CO}_2\uparrow$

Ο μόλυβδος εξάγεται από τον γαληνίτη PbS με **δύο μεθόδους**,

1^η: φρύξη (δηλ. θέρμανση παρουσία οξυγόνου) και αναγωγή με άνθρακα:



2^η: μερική φρύξη που διακόπτεται, προστίθεται PbS και ανυψώνεται η θερμοκρασία:



ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 14 (IVA) _ Χρήσεις

Το **CO₂** σε ανθρακούχα ποτά, κατάσβεση πυρκαγιών, ως ψυκτικό, το **CO** ως αναγωγικό, ο **CCl₄** και ο **CS₂** ως διαλυτικά. Το **διαμάντι** πολύτιμος λίθος, ο **γραφίτης** στη κατασκευή ηλεκτροδίων, ως χρωστική και ως λιπαντικό. Τα **φουλερένια** στους νανοσωλήνες.

Το **πυρίτιο** στην ιατρική για εμφυτεύσεις και σιλικόνες. Επίσης στη σύνθεση υλικών όπως κεραμικά, γυαλί, μικροηλεκτρονικά, φωτοβολταϊκά. Βελτιώνει τις ιδιότητες του χάλυβα (αντοχή, οξείδωση).

Το **γερμάνιο** στη κατασκευή τρανσίστορ και ημιαγωγών.

Ο **κασσίτερος**, ως μέσο προστασίας μετάλλων από τη διάβρωση (επικασσιτέρωση, παθητικοποίηση).

Ο **Sn** αναμεμειγμένος με **Cu** δίνει διάφορα κρατερώματα (κράματα), με **Pb** το εύτηκτο συγκολλητικό κράμα (καλάι).

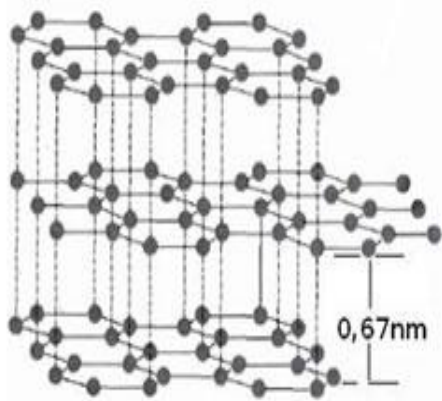
Ο **μόλυβδος** στη κατασκευή συσσωρευτών.

Αλλοτροπία του άνθρακα

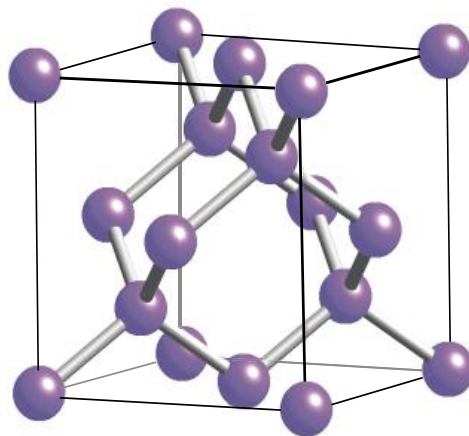
Ο άνθρακας είναι **άμορφος** ή **κρυσταλλικός**.

Άμορφος: ο λιγνίτης, ο λιθάνθρακας, ο ανθρακίτης, η τύρφη κ.ά.

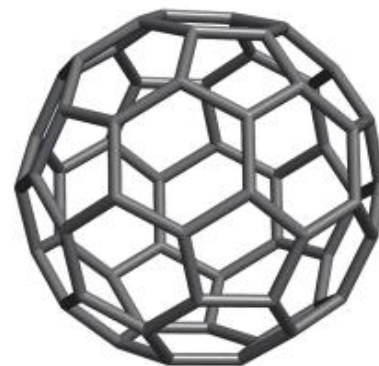
Κρυσταλλικός: ο αδάμας, ο λονσταλεΐτης (παραλλαγή του αδάμαντα), ο γραφίτης (και οι παραλλαγές του: καρβίνη, χαοΐτης, άνθρακας (VI) και το φουλερένιο.



Γραφίτης



Αδάμας



3 Μπακμινστερφουλερένιο, C₆₀

Φουλερένιο

(στον **αδάμαντα**, sp^3 υβριδισμένα άτομα άνθρακα συνδέονται τετραεδρικά με τέσσερα γειτονικά άτομα)

Χαμηλό βαθμό κρυσταλλικότητας έχουν: ο ενεργός άνθρακας, ο μαύρος άνθρακας και οι ίνες άνθρακα.

Φουλερένια

Η εξάχνωση του γραφίτη με laser έδωσε *συγκροτήματα (clusters)* με επικρατέστερα τα C_{60} (*fullerene-60*) και C_{70} .

Τα καθαρά φουλερένια έχουν πολύ ωραία χρώματα (καστανό, κόκκινο, πράσινο)



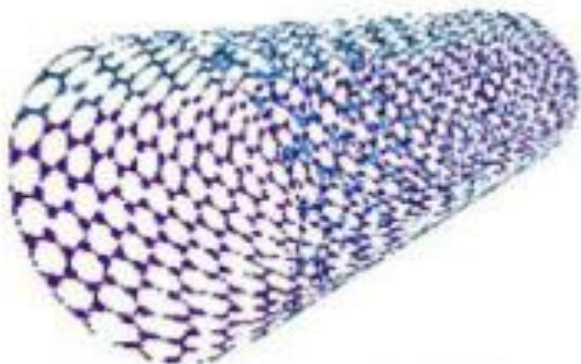
Στο **φουλερένιο C_{60}** όλα τα άτομα είναι ισοδύναμα.

Κάθε άτομο C παρουσιάζει sp^2 υβριδισμό και ενώνεται με 3 άλλα άτομα C. Η εσωτερική και εξωτερική επιφάνεια καλύπτεται με **νέφος π-ηλεκτρονίων**.

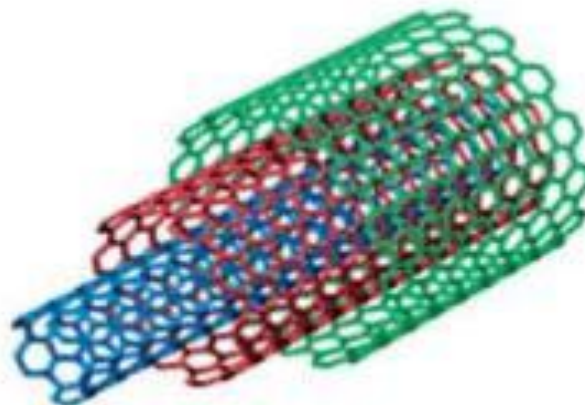
Παρασκευάστηκαν **ενδοεδρικά** σύμπλοκα (με 1-3 άτομα μετάλλου M στο εσωτερικό τους) και **εξωεδρικά** (όταν τα άτομα M συνδέονται με τους άνθρακες εξωτερικά, $M = La, Sr, Ba, U, Zr, Ti$).

Τα αλκαλιμέταλλα ανάγουν τον C_{60} σε χαμηλές θερμοκρασίες και δίνουν τα άλατα **φουλερίδια**, τα οποία εμφανίζουν **υπεραγωγιμότητα (superconductivity)**, σε χαμηλές θερμοκρασίες 20-30 K.

Νανοσωλήνες άνθρακα



Singlewalled CNT



Multiwalled CNT



Armchair



Zigzag



Chiral

Εφαρμογές:

Τρανζίστορες, δίοδοι, νανοπυκνωτές

Κβαντικοί υπολογιστές

Επίπεδες οργανικές οθόνες

Εκτροπή της ακτινοβολίας ραντάρ

Ενίσχυση σήματος σε κινητά τηλέφωνα

Αντικατάσταση οπτικών ινών, καλωδίων

Νανοαισθητήρες εξαιρετικής ευαισθησίας

Ενίσχυση υλικών: ισχυρότερα κράματα και

πολυμερή, σε οχήματα (διαστημόπλοια

αεροπλάνα, αυτοκίνητα), σε αλεξίσφαιρα,

εργαλεία, κ.ά.

Αποθήκευση υπερσυμπυκνωμένου υδρογόνου

Τεχνητοί μύες

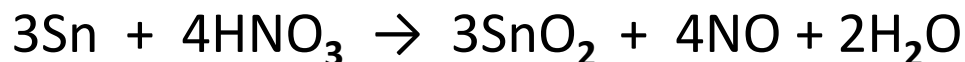
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 14 (IVA) _ Χημική Συμπεριφορά

Η δραστηριότητα αυξάνει από τον άνθρακα στον μόλυβδο.

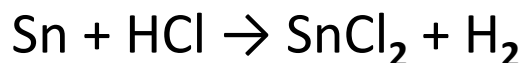
Τα στοιχεία **C**, **Si**, **Ge** δεν αντιδρούν με το νερό και τα αραιά οξέα.

Ο **αδάμας** (αμέταλλο με υψηλό σ.τ.= 4100 °C, υψηλή σκληρότητα) δεν προσβάλλεται ούτε από τα ισχυρά οξέα.

Ο **Sn** και ο **Pb** διαλύονται σε αραιό HNO_3 (οξειδωτικό οξύ) :



Ο **Sn** αντιδρά με πυκνό HCl ή H_2SO_4 ,



Ο **Pb** δεν αντιδρά με τα ανωτέρω πυκνά οξέα λόγω σχηματισμού προστατευτικού στρώματος από **PbCl₂** και **PbSO₄** «**παθητικοποίηση**».
(πυκνό H_2SO_4 φυλάσσεται σε δοχεία μολύβδου, όχι το αραιό H_2SO_4)

Το **Si** και το οξείδιό του, **SiO₂**, (όπως και το γυαλί) προσβάλλονται από το **HF**:



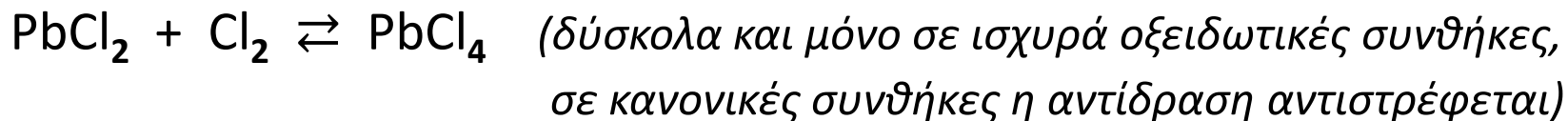
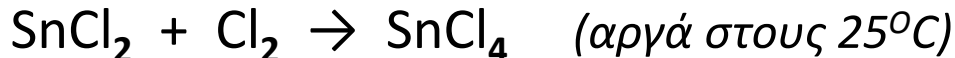
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 14 (IVA) _Οξειδωτική κατάσταση +2, +4

Ο C ως δισθενής βρίσκεται στο CO και στα καρβένια, $H_2C:$ ή $R-(C:)-R'$.

Στην ομάδα η σταθερότητα στην οξειδωτική κατάσταση +4, σε σχέση με την +2, ελαττώνεται από τον C στον Pb π.χ. τα CO_2 SiO_2 είναι πολύ σταθερά και δεν είναι οξειδωτικά.

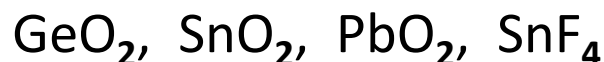
Το GeO_2 είναι ασθενές οξειδωτικό ($E^0_{GeO_2/Ge^{2+}} = +0.12 \text{ Volt}$), ενώ το PbO_2 πολύ ισχυρό οξειδωτικό ($E^0_{PbO_2/Pb^{2+}} = +1.92 \text{ Volt}$).

Παρομοίως:



Κατιόντα M^{4+} δεν έχουν βρεθεί επειδή χρειάζονται υψηλές ενέργειες ιονισμού. Τα CCl_4 , $SiCl_4$, $PbCl_4$ είναι **ομοιοπολικές ενώσεις**

Γνωστές **ιοντικές ενώσεις** (με Α.Ο. +4) :



Μόνο ο C σχηματίζει ανιόντα: C^{4-} και C_2^{2-} π.χ. **καρβίδια** Al_4C_3 , CaC_2 , PtC_2

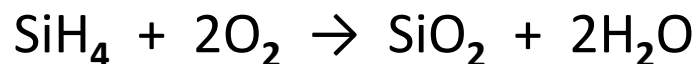
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 14 (IVA)_Υδρογονούχες ενώσεις

Είναι ενώσεις των στοιχείων της ομάδας με γενικό τύπο MH_4 :

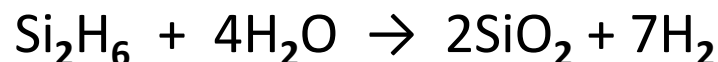
(Μεθάνιο CH_4 , Σιλάνιο SiH_4 , Γερμανάνιο GeH_4 , Στανάνιο SnH_4 , Πλουμπάνιο PbH_4)
είναι άχρωμα αέρια, είναι όλα αναγωγικά και καίγονται στον αέρα, ή σε ατμόσφαιρα O_2 .

Οι υδρογονούχες ενώσεις του άνθρακα μελετώνται χωριστά.

Τα **σιλάνια**, $\text{Si}_n\text{H}_{2n+2}$ είναι ανάλογα με τα **αλκάνια**, $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ αλλά λιγότερο σταθερά και πιο δραστικά, αναφλέγονται σε επαφή με τον αέρα:



Επίσης υδρολύονται γρήγορα στο νερό:



Διαφορές μεταξύ αλκανίων και σιλανίων:

1. Διαφορετική κατανομή φορτίου: $\text{C}^{\delta-} - \text{H}^{\delta+}$, $\text{Si}^{\delta+} - \text{H}^{\delta-}$.
2. Το **Si** είναι πιο ευπρόσβλητο από αντιδραστήρια, λόγω μεγέθους.
3. Τα **κενά d-τροχιακά** του **Si** βοηθούν στο σχηματισμό ενδιάμεσης ένωσης στις αντιδράσεις, με αποτέλεσμα χαμηλότερη ενέργεια ενεργοποίησης.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 14 (IVA) _ Υδρογονούχες ενώσεις

Μονοσιλάνιο, SiH_4 , είναι το πιο σημαντικό.

Χρησιμοποιείται για τη παραγωγή **καθαρού στοιχειακού Si**.

Παρασκευάζεται εργαστηριακά σύμφωνα με την αντίδραση:



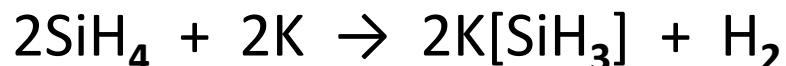
Με τα αλογόνα το **SiH_4** αντιδρά με έκρηξη.

Η αντίδραση:



γνωστή ως **υδροσιλίωση** είναι χρήσιμη για τη παρασκευή παραγώγων των σιλικονών.

Αντιδρά με μεταλλικό **K** και δίνει το κρυσταλλικό άλας:



ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 14 (IVA) _ Υδρογονούχες ενώσεις

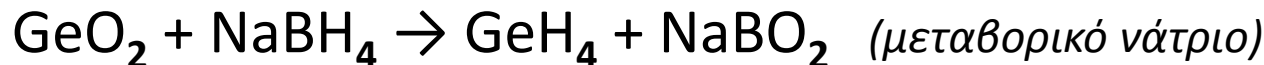
Το Γερμανάνιο, GeH_4 , δεν αναφλέγεται στον αέρα και δεν επηρεάζεται από αραιά διαλύματα οξέων και βάσεων.

Παρασκευάζεται σύμφωνα με τις δύο παρακάτω αντιδράσεις:

α) σε άνυδρο αιθέρα,



β) σε υδατικό διάλυμα,



(Το LiAlH_4 υδρολύεται στο νερό, ενώ το NaBH_4 είναι σταθερότερο)

Το Στανάνιο, SnH_4 , είναι λιγότερο σταθερό και διασπάται στους 20°C για να δώσει λευκό μεταλλικό κασσίτερο.

Έχει αναγωγικές ιδιότητες.

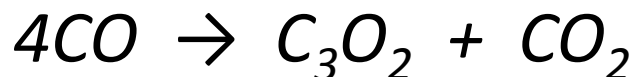
Το Πλουμπάνιο, PbH_4 , είναι δύσκολο να παρασκευαστεί.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 14 (IVA) _Οξείδια του άνθρακα

(Το C_3O_2 είναι ευθύγραμμο)

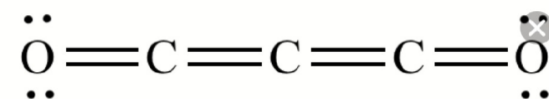
❑ Υποοξείδιο του άνθρακα, C_3O_2

Παρασκευάζεται σε οζονιστήρες από το CO ,

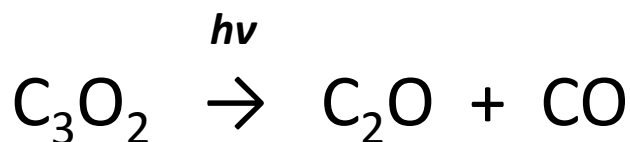


Είναι σταθερό σε χαμηλές θερμοκρασίες ($< -78^\circ C$).

Πολυμερίζεται εύκολα σε κίτρινο ή σε κόκκινο στερεό ($>100^\circ C$).



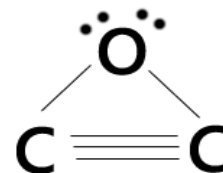
❑ Μονοοξείδιο διάνθρακα, C_2O , παράγεται με φωτόλυση του C_3O_2



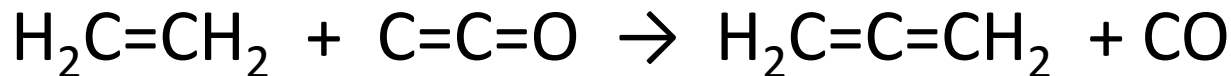
Dicarbon monoxide



Δομές Lewis του C_2O



❑ Όταν Το C_2O αντιδρά με ολεφίνες, προσθέτει ένα άτομο άνθρακα με ένα ακόμα διπλό δεσμό στην ανθρακική αλυσίδα,



ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 14 (IVA) _Οξείδια του άνθρακα

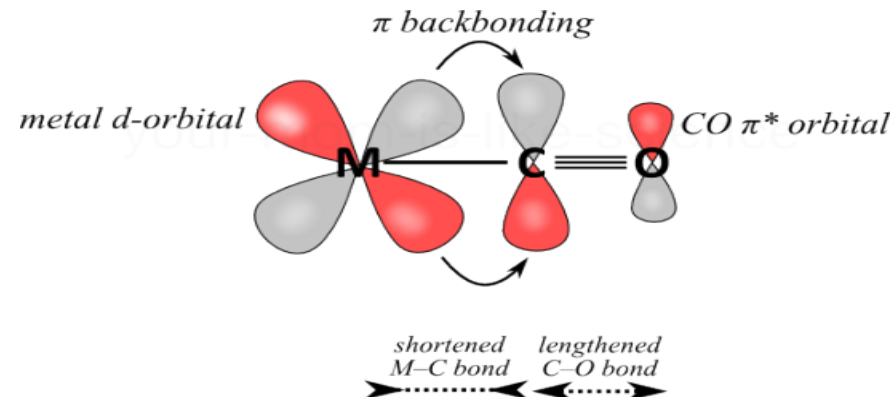
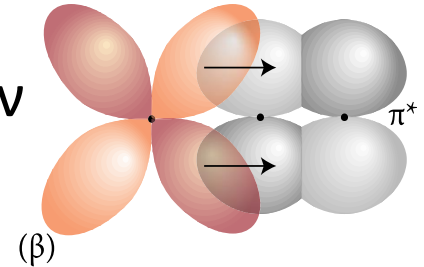
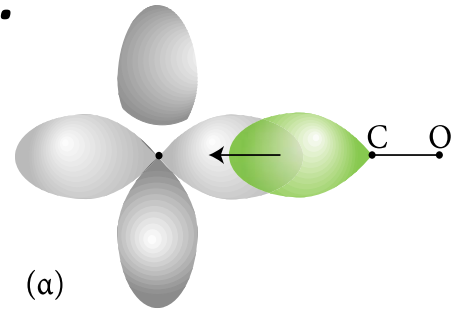
❑ Το **μονοξείδιο του άνθρακα CO**, παράγεται με την ατελή καύση οργανικών ενώσεων σε περιορισμένη συγκέντρωση αέρα. Είναι άχρωμο, άοσμο, εύφλεκτο, σχεδόν αδιάλυτο στο νερό, στη συνήθη θερμοκρασία είναι αδρανές και **πολύ τοξικό αέριο**.

α) το CO είναι **βάση Lewis**. Το **μονήρες ζεύγος** στο άτομο του άνθρακα σχηματίζει ομοιοπολικούς σ-δεσμούς **με άτομα και ιόντα μετάλλων του τομέα d**

β) το CO είναι επίσης **οξύ Lewis** επειδή, τα **κενά του αντιδεσμικά π*-τροχιακά** είναι δυνατό να δεχθούν ηλεκτρονιακή πυκνότητα από τα συμπληρωμένα d-τροχιακά του μετάλλου,

[δεσμός π*-επαναφοράς, (π-backbonding)].

(αποδεικνύεται από τις αλλαγές στο μήκος και την ισχύ των δεσμών).



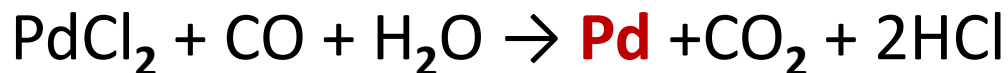
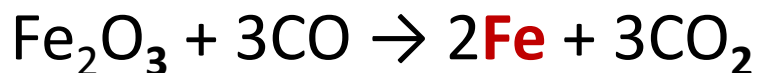
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 14 (IVA) _Οξείδια του άνθρακα

Το **CO** παρασκευάζεται:

α) εργαστηριακά, με αφυδάτωση μυρμηκικού οξέος με πυκνό H_2SO_4 ,
$$\text{HCOOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \quad (\text{ανυδρίτης του HCOOH})$$

β) βιομηχανικά, με διαβίβαση υδρατμών πάνω σε διάπυρο άνθρακα
$$\text{C} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2 \quad (\text{υδραέριο, αέριο σύνθεσης})$$

Σε υψηλές θερμοκρασίες προκαλεί αναγωγή και γι αυτό χρησιμοποιείται στη **πυρομεταλλουργία**:

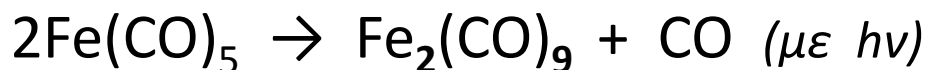


Με το χλώριο και επίδραση ακτινοβολίας ή καταλύτη δίνει το **καρβονυλοχλωρίδιο, COCl_2** , γνωστό ως **φωσγένιο**,



ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 14 (IVA) _ Μεταλλοκαρβονύλια

Το **CO** με μέταλλα δίνει **σύμπλοκα μεταλλοκαρβονύλια**, διαμαγνητικές ενώσεις με μεγάλο ενδιαφέρον.

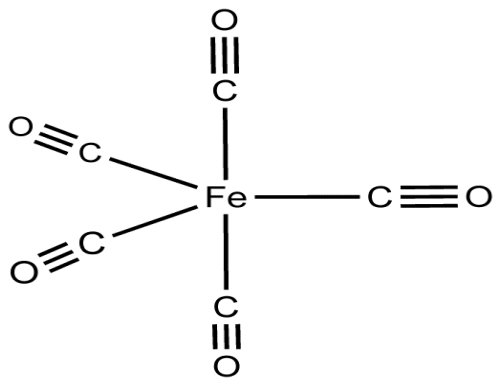


- Τα στοιχεία του d τομέα με **περιττό αριθμό e**, σχηματίζουν **διπυρηνικά καρβονύλια** με απευθείας **σ-δεσμό M-M**, από τα **ασύζευκτα d ηλεκτρόνια** των ατόμων του μετάλλου, όπως:

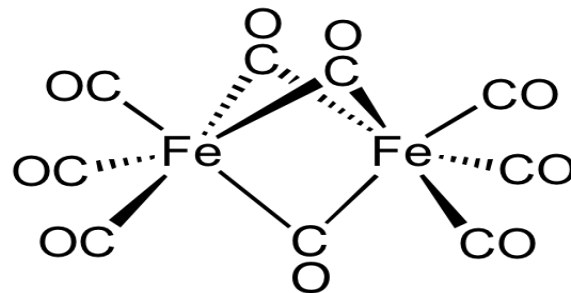


- Ο δεσμός μεταξύ **M** και **C** προκύπτει από ένα **ασθενή σ δεσμό** και ένα **ισχυρότερο με π-επαναφορά**. Υπάρχουν δηλαδή δομές συντονισμού: $\text{M} \leftarrow \text{C} \equiv \text{O} \leftrightarrow \text{M} = \text{C} = \text{O}$, γεγονός που μαρτυρεί το μήκος του δεσμού και τα φάσματα απορρόφησης.
- Η **τοξικότητα του CO** οφείλεται στο ότι, σχηματίζει με τη αιμοσφαιρίνη την **ανθρακοξυ-αιμοσφαιρίνη** που είναι πιο σταθερή από την **οξυ-αιμοσφαιρίνη**.

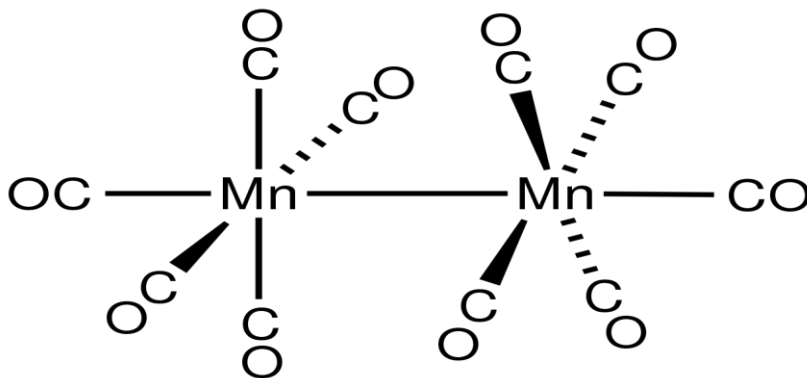
Μεταλλοκαρβονύλια



Fe(CO)_5



$\text{Fe}_2(\text{CO})_9$ ($_{26}\text{Fe}$)



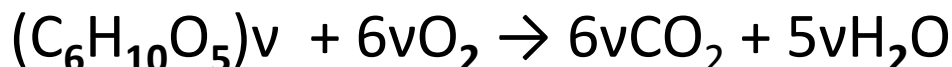
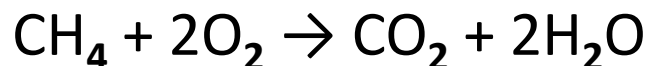
$\text{Mn}_2(\text{CO})_{10}$ (Διπυρηνικό καρβονύλιο, $_{25}\text{Mn}$)

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 14 (IVA) _Οξείδια του άνθρακα

- Το CO_2 είναι αέριο άχρωμο που υγροποιείται εύκολα, (σ.ζ. -79°C).
Το **στερεό CO_2** χρησιμοποιείται ως ψυκτικό μέσο (**ξηρός πάγος**).

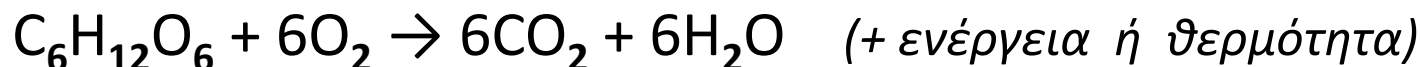
Το CO_2 είναι προϊόν:

1) της καύσης ανθρακούχων ουσιών, $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$



2) της αλκοολικής ζύμωσης, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \xrightarrow{\text{ζυμάση}} 2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{CO}_2 \uparrow$

3) της αναπνοής των ζώων και φυτών,



αντίστροφα, φωτοσύνθεση: $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} (+h\nu + \text{χλωροφύλλη}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$

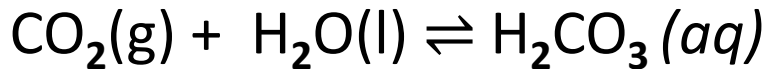
Εργαστηριακά παρασκευάζεται από επίδραση οξέων σε ανθρακικά ή όξινα ανθρακικά άλατα,



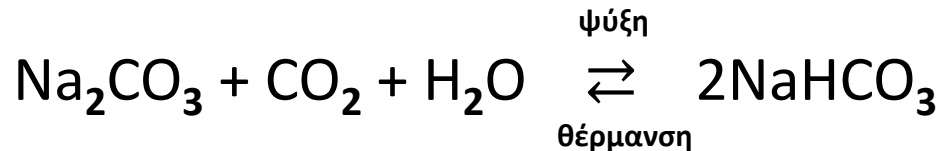
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 14 (IVA) _Οξείδια του άνθρακα

Το μόριο του CO_2 είναι γραμμικό χωρίς πολικότητα. Το άτομο του **C** σχηματίζει δύο **σ** και δύο **π** δεσμούς.

Η διάλυση του CO_2 στο νερό δίνει το ασταθές ανθρακικό οξύ, H_2CO_3



Το CO_2 αντιδρά με τα ανθρακικά άλατα προς όξινα ανθρακικά άλατα,



Παίρνει μέρος στη **φωτοσύνθεση**,

$h\nu$ (ηλιακή ακτινοβολία, χλωροφύλλη)



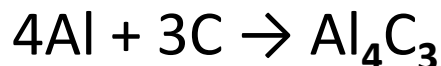
Δεν είναι τοξικό, η αύξηση όμως της ποσότητας του στην ατμόσφαιρα δημιουργεί το **φαινόμενο του θερμοκηπίου**.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 14 (IVA) _ Καρβίδια

Καρβίδια, ονομάζονται οι δυαδικές ενώσεις του άνθρακα με άλλα στοιχεία μικρότερης ή περίπου ίδιας ηλεκτραρνητικότητας.

Παρασκευάζονται με τις παρακάτω μεθόδους,

1) απ'ευθείας ένωση μετάλλου με C σε θερμοκρασία $>2000^{\circ}\text{C}$:



2) αντίδραση των μεταλλοξειδίων με C σε υψηλή θερμοκρασία:



3) θερμαινόμενα μέταλλα με ατμούς κατάλληλου υδρογονάνθρακα:



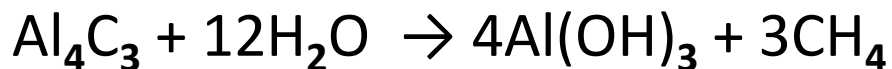
Σε ειδικές περιπτώσεις με την αντίδραση ακετυλενίου με υδατικά διαλύματα του μεταλλικού άλατος:



Τα καρβίδια των μετάλλων έχουν μεγαλύτερη σκληρότητα, θερμική αντίσταση και πιο υψηλά σημεία τήξης από τα αρχικά μέταλλα.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 14 (IVA) _ Καρβίδια

Ιοντικά καρβίδια, είναι τα καρβίδια των πιο ηλεκτροθετικών στοιχείων. Σχηματίζουν άχρωμους διαφανείς κρυστάλλους και διασπώνται από το νερό ή αραιά οξέα με έκλυση υδρογονάνθρακα.



Όταν τα καρβίδια έχουν στο μόριο τους C_2^{2-} , χαρακτηρίζονται ως **ακετυλενίδια**, $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{HC}\equiv\text{CH}$.

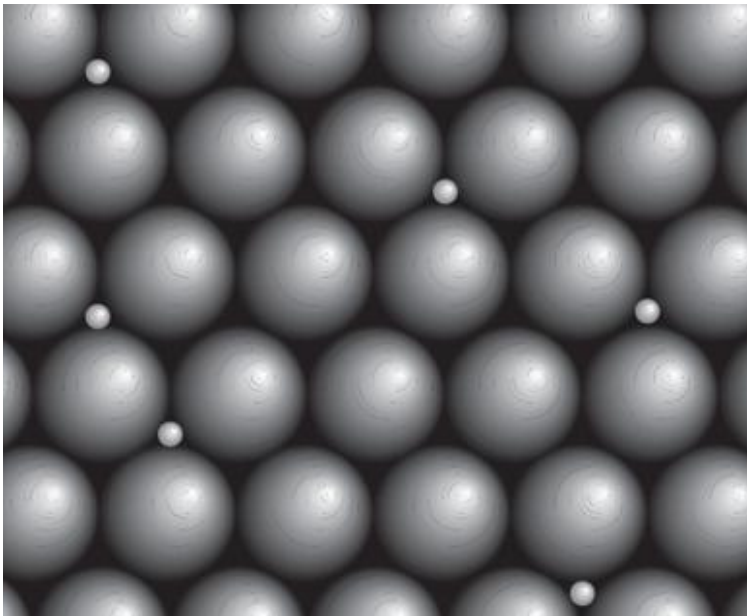
Ομοιοπολικά. Σ αυτά, ο άνθρακας ενώνεται με στοιχεία ίδιας περίπου ηλεκτραρνητικότητας π.χ. B και Si. Το **SiC** είναι σκληρό και αδρανές (σ.τ. 2730 °C, χρησιμοποιείται ως λειαντικό μέσο). Παρασκευάζεται με θέρμανση άμμου και άνθρακα σε φούρνους, στους 2000 °C, $\text{SiO}_2 + 3\text{C} \rightarrow \text{SiC} + 2\text{CO}$

Παρεμβολής ή μεταλλικά καρβίδια. Σ αυτά, τα άτομα του C καταλαμβάνουν τις “οπές” στο κρυσταλλικό πλέγμα των μετάλλων κυρίως του d-τομέα του Π.Π.



Βοροκαρβίδιο B_4C_3 (σ.τ. 2763 °C)

Στα καρβίδια **παρεμβολής ή μεταλλικά καρβίδια** των μετάλλων του d-τομέα, όπως π.χ. Fe_3C , V_2C , Mn_2C_2 , WC τα άτομα του άνθρακα καταλαμβάνουν τις κενές θέσεις στις οπές του μεταλλικού πλέγματος και ακινητοποιούν τα άτομα του μετάλλου σε σχηματισμό σταθερής δομής, η οποία οδηγεί στο σχηματισμό πολύ σκληρών ουσιών με σημείο τήξεως πάνω από τους 3000°C .



Λόγω του πολύ υψηλού σ.τ.
τα καρβίδια αυτά
χρησιμοποιούνται ως:
*εργαλεία κοπής,
καλούπια,
προστατευτικές επικαλύψεις*

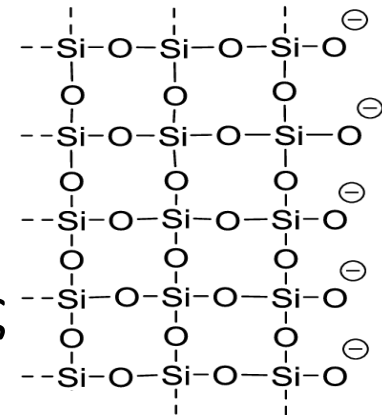
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 14 (IVA) _Οξείδια του πυριτίου

Μονοξείδιο του πυριτίου, SiO. Σχηματίζεται με αναγωγή σε υψηλές θερμοκρασίες: $\text{SiO}_2 + \text{Si} \rightarrow 2\text{SiO}$

Διοξείδιο του πυριτίου, SiO₂ (Silica). Είναι διαδεδομένο στην άμμο και τα ορυκτά του χαλαζία. Το καθαρό είναι άχρωμο αλλά με ίχνη μετάλλων δίνει πολύτιμα πετράδια, (αμέθυστο, αχάτη, κ.ά.)

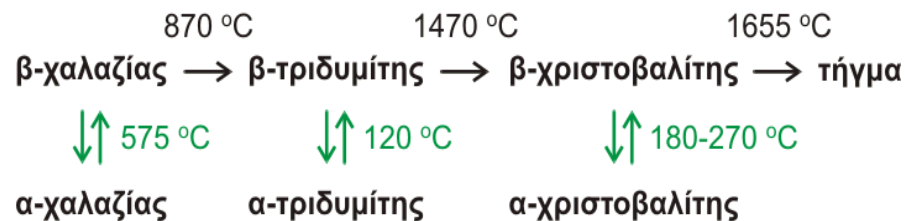
Στο SiO₂ κάθε άτομο Si ενώνεται με ισχυρούς ομοιοπολικούς δεσμούς με 4 άτομα O σε τετράεδρα.

Στο στερεό φλοιό της γης επικρατούν δομές του τύπου, έτσι σχηματίζει μια απεριόριστη δομή 3-διαστάσεων, και παρουσιάζει υψηλό σ.τ. (1710 °C). Απαντά σε πολλές διαφορετικές μορφές.



Οι πιο σημαντικές είναι :

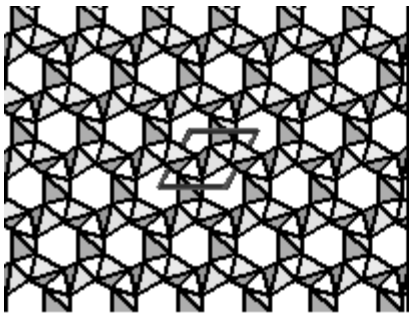
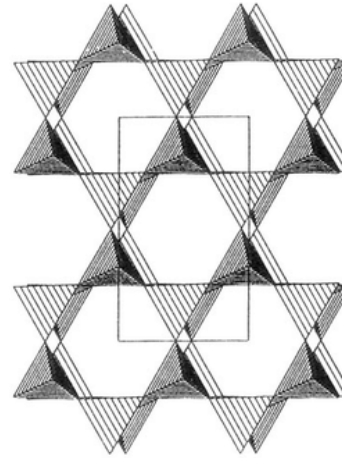
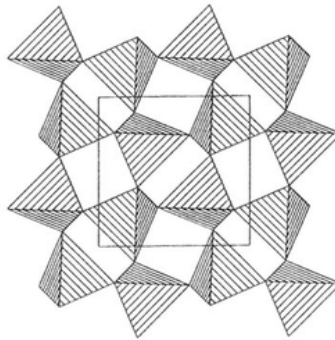
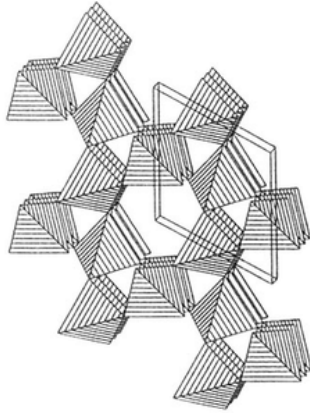
(Θερμοδυναμικά ευνοείται η μορφή **α-χαλαζίας** με την ελικοειδή δομή)



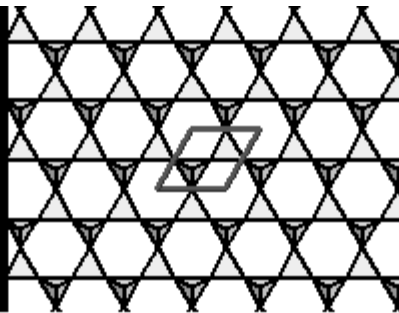
Χαμηλής θερμοκρασίας μορφές

Υψηλής θερμοκρασίας μορφές

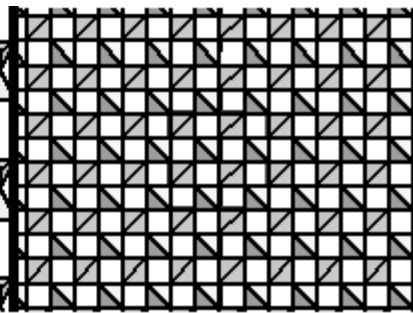
Κρυσταλλικές δομές του SiO_2



quartz
χαλαζίας



tridymite



cristobalite

Οξείδια του πυριτίου_διάφορα πετράδια

					
AMETHYST Stress relief, protection, disperses negative energies	CLEAR QUARTZ Healing, clarity creativity	OPAL Wealth, luck, protection from negative energies	ROSE QUARTZ Love, harmony peace	CHALCEDONY Stability, harmony dreams	SELENITE Remove negative energies cleans the aura concentration
					
LABRADORITE Improves strength of will, intellect intuition and inner worth	FLUORITE Improves strength of will, intellect intuition and inner worth	CHRYSOCOLLA Kindness expression comfort in hard times.	TURQUOISE Inner calm grounding, clarity	AZURITE Insight, intellect wisdom communication	AMAZONITE Calming soothing balance
					
MALACHITE manifestation, change empowering oneself	FLAME AURA Energy excitement motivation	PYRITE Wealth confidence vitality, luck	AQUAMARINE Courage creativity clarity	ABALONE Healing soothing helps in emotional times	SODALITE Rationality truth, intuition
					
CELESTITE Calming uplifting balancing	MOONSTONE Intuition dreams energy, passion	ONYX strength self-control stamina	JADE Luck, harmony prosperity	LAPIS LAZULI Wisdom intuition clarity	LAVA STONE Strength, courage grounding
					
OBSIDIAN Protection positivity clarity	SAPPHIRE Calming purity wisdom	SUNSTONE Happiness courage wellbeing	TIGER'S EYE Protection, personal power determination	CITRINE Confidence happiness strength	AMBER Emotional healing protection calm
					
JASPER balance healing grounding	RUBY Passion love, strength	AGATE Stability harmony self confidence	GARNET Manifestation healing self-worth	PERIDOT Harmony growth, renewal	OPALITE Hope strength confidence
					
APATITE Uplifting communication wisdom	SERPENTINE Healing personal growth, peace	AVENTURINE Luck healing imagination	EMERALD luck harmony devotion	TOURMALINE Healing depression anxiety stress and worries	DIAMOND Purity truth perfection
					
PEARL Purity innocence imagination	TOPAZ Honesty forgiveness truth	ANGEL AURA Honesty forgiveness truth	RHODONITE Honesty forgiveness truth	CARNELIAN Abundance prosperity ambition	SMOKY QUARTZ stabilizing grounding helps overcome negative emotions
					
HEMATITE grounding practicality courage					

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 14 (IVA) _Οξείδια του πυριτίου

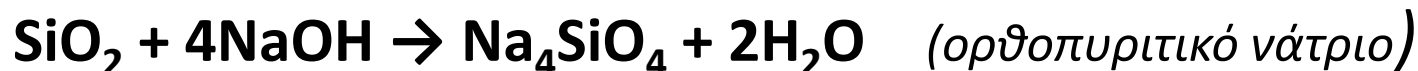
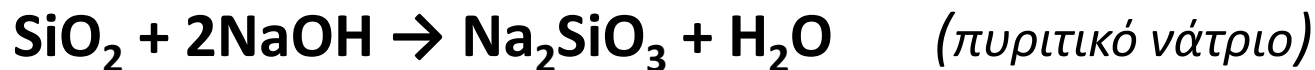
Οι κρύσταλλοι χαλαζία εμφανίζουν το φαινόμενο **πιεζοηλεκτρισμού** το οποίο βρίσκει εφαρμογή στη ραδιοτεχνία.

Με τήξη του SiO_2 και κατόπιν ψύξη, λαμβάνεται ο άμορφος τύπος που έχει μορφή γυαλιού. Το γυαλί έχει μικρό συντελεστή διαστολής και είναι διαπερατό στις ακτινοβολίες.

Έτσι χρησιμοποιείται σε διάφορα όργανα εργαστηρίου, φακούς, πρίσματα κ.ά.

Όλες οι μορφές του SiO_2 είναι σταθερές, δεν αντιδρούν με οξέα, όμως αντιδρούν με το HF , $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} \rightarrow \text{SiF}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

Επίσης με υδροξείδια των αλκαλίων δίνει πυριτικά άλατα,



Πυκνό διάλυμα Na_2SiO_3 είναι γνωστό ως υδρύαλος που χρησιμοποιείται ως **συγκολλητικό γυαλιού και πορσελάνης**.

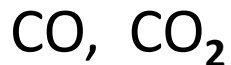
Η πηκτή ή γέλη του πυριτίου (*silica gel*) έχει άμορφη πορώδη δομή, και χρησιμοποιείται ως αφυδατικό, καταλύτης και μονωτικό.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 14 (IVA) _Οξείδια Χημεία του άνθρακα και του πυριτίου με οξυγόνο:

Ο άνθρακας κανονικά σχηματίζει ομοιοπολικές ενώσεις, οι οποίες είναι αέρια, ενώ

Το πυρίτιο σχηματίζει ιοντικές ενώσεις, οι οποίες είναι στερεά.

Τα συνήθη οξείδια του άνθρακα είναι:



Τα οξείδιο του πυριτίου, SiO_2 περιλαμβάνεται στα:

ορθοπυριτικά δομική μονάδα SiO_4^{4-}

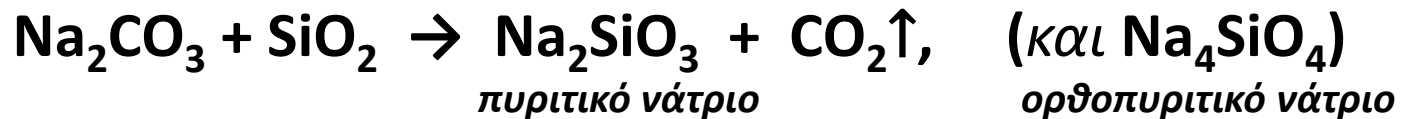
πυρόξενοι σε μορφή **αλυσίδων**

μικά σε μορφή **φύλλων** ή αργιλοπυριτικά

σιλικόνες, **μακρές αλυσίδες**, $-\text{O}-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-$ με οργανικές ομάδες

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 14 (IVA) _ Πυριτικά άλατα

Περίπου 95% του στερεού φλοιού της Γής αποτελείται από πυριτικά ορυκτά, αργιλοπυριτικά ή διοξείδιο του πυριτίου. Κατά τη ψύξη της Γης τα πυριτικά συγκεντρώθηκαν στην επιφάνεια επειδή είναι ελαφριά. Τα πυριτικά σχηματίζονται με σύντηξη της άμμου (SiO_2) με ανθρακικά άλατα των αλκαλίων στους 1400°C :



Τα περισσότερα πυριτικά ορυκτά είναι αδιάλυτα επειδή:

- α) απαντούν ως πολυμερή,
β) περιέχουν ισχυρούς δεσμούς Si-O

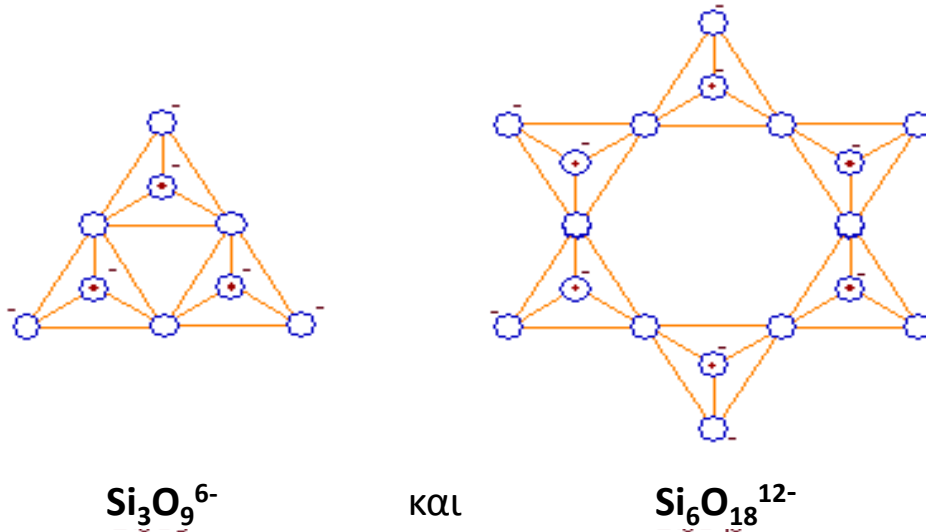
Η δομή τους πιστοποιήθηκε με ακτίνες Χ, έτσι έχουν τετραεδρικές ομάδες SiO_4^{4-} .

Τα τετράεδρα SiO_4^{4-} , μπορεί να υπάρχουν ως διακριτές μονάδες ή μπορεί να πολυμεριστούν με κοινές κορυφές τα οξυγόνα.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 14 (IVA) _ Πυριτικά άλατα

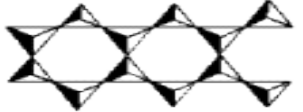
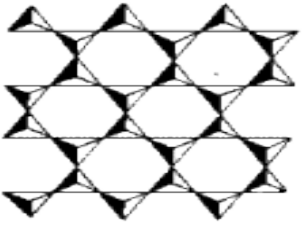
Γενικά οι τετραεδρικές ομάδες ενώνονται μεταξύ τους και δημιουργούν τις παρακάτω κατηγορίες:

- ❖ **Ορθοπυριτικά**, έχουν μεμονωμένες ομάδες SiO_4^{4-}
- ❖ **Πυροπυριτικά ή διπυριτικά**, $\text{Si}_2\text{O}_7^{6-}$, δύο τετραεδρικές ομάδες συνδέονται με κοινή κορυφή ένα O.
- ❖ **Κυκλικά**, δημιουργούνται δακτύλιοι, με γενικό τύπο, $(\text{SiO}_3)_n^{2n-}$



- ❖ **Πυριτικά αλυσίδας**, όταν γειτονικά τετράεδρα δημιουργούν αλυσίδα.
- ❖ **Φυλλοπυριτικά**, γνωστά ορυκτά, οι μαρμαρυγίες, ο τάλκης, οι ζεόλιθοι.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 14 (IVA) _ Πυριτικά άλατα

Structure	Formula name	Total O/Si Ratio	O/Si ratio at each nucleus		Charges per Si
			Bridging O	Terminal O	
 = SiO ₄	SiO ₄ ⁴⁻ Orthosilicate	4	0	4	-4
	Si ₂ O ₇ ⁶⁻ Disilicate	3.5	1	3	-3
	Si ₃ O ₉ ⁶⁻ Cyclic silicate	3	2	2	-2
	Si ₆ O ₁₈ ¹²⁻ Cyclic silicate	3	2	2	-2
	(SiO ₃ ²⁻) _n Pyroxene (chain silicate)	3	2	2	-2
	(Si ₄ O ₁₁ ⁶⁻) _n Amphibole (double chain)	2.75	2.5	1.5	-1.5
	(Si ₄ O ₁₀ ⁴⁻) _n Infinite sheet silicate	2.5	3	1	-1
	(SiO ₂) _n Silica	2	4	0	0

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 14 (IVA) _ Οξειδία

Τα οξείδια GeO , SnO και PbO σχηματίζουν φυλλόμορφες δομές και όχι κρυστάλλους.

Μονοξείδιο του γερμανίου, GeO , είναι όξινο, μαύρο στερεό, σταθερό μέχρι τους 550°C .

Διοξείδιο του γερμανίου, GeO_2 , υπάρχει σε 3 αλλοτροπικές μορφές, το άμορφο, το εξαγωνικό και το τετραγωνικό. Με βασικά οξείδια σχηματίζει τα γερμανικά άλατα (Na_2GeO_3 , Zn_2GeO_4). Ο γερμανικός ψευδάργυρος, Zn_2GeO_4 χρησιμοποιείται ως φωσφορίζουσα ουσία.

Μονοξείδιο του κασσιτέρου, SnO , είναι επαμφοτερίζον, είναι ασταθές και εύκολα οξειδώνεται σε SnO_2

Διοξείδιο του κασσιτέρου, SnO_2 , παρασκευάζεται σύμφωνα με



Σύντηξη SnO_2 με K_2O δίνει το κασσιτερικό κάλιο, K_2SnO_3

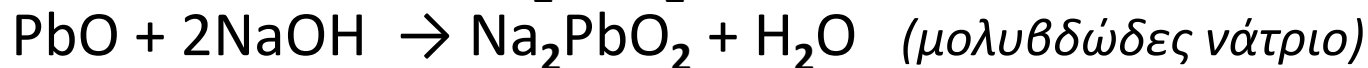
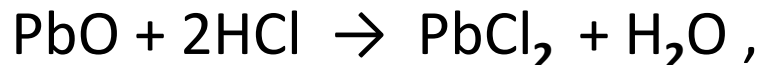
Το SnO_2 χρησιμοποιείται στην υαλουργία, στη στίλβωση των μαρμάρων και των πολύτιμων λίθων.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 14 (IVA) _Οξείδια

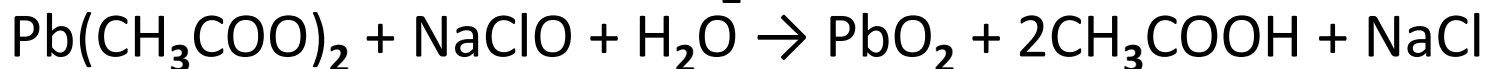
Μονοξείδιο του μολύβδου PbO, απαντά σε 2 μορφές, ως **λιθάργυρος**, (**κόκκινο στερεό**) με τετραγωνική δομή και ως **μασσικότ**, (**κίτρινο στερεό**) με ορθορομβική δομή.

Ο **λιθάργυρος** χρησιμοποιείται στη παρασκευή γυαλιού, δίνει μεγαλύτερη λαμπρότητα, σταθερότητα και σκληρότητα.

Είναι αδιάλυτος στο νερό, διαλύεται όμως σε οξέα και βάσεις.



Διοξείδιο του μολύβδου PbO₂, λαμβάνεται με την αντίδραση,



(Το PbO₂ αποτελεί την κάθοδο στις μπαταρίες μολύβδου).

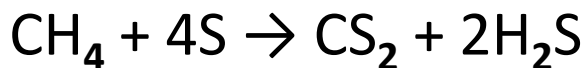
Επιτεταρτοξείδιο μολύβδου Pb₃O₄, γνωστό ως **μίνιο**, λαμβάνεται με θέρμανση, $6\text{PbO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Pb}_3\text{O}_4$ στους 440 °C.

Χρησιμοποιείται ως προστατευτικό του σιδήρου, στο βουλκανισμό του καουτσούκ και στη κεραμική.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 14 (IVA) _ Θειούχες ενώσεις

Διθειάνθρακας, CS₂. Είναι άχρωμο, πτητικό υγρό, αδιάλυτο στο νερό, με δυσάρεστη οσμή.

Παρασκευάζεται στους 675 °C με καταλύτη αλουμίνα ή silica gel,



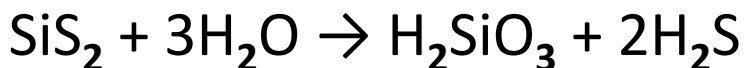
Χρησιμοποιείται στο βουλκανισμό του καουτσούκ και τη παρασκευή βισκόζης (πρώτη ύλη για τεχνητό μετάξι).

Ο CS₂ είναι γραμμικό μόριο παρόμοιο με το CO₂ και δρα ως διδότης συναρμοστής και εύκολα σχηματίζει σύμπλοκα.

Μονοθειούχος άνθρακας, CS. Διαφέρει από το CO και παρουσιάζει δραστηριότητα, ακόμα και σε θερμοκρασία υγρού αέρα (-190 °C).

Διθειούχο πυρίτιο, SiS₂. Είναι άχρωμο στερεό που αποτελείται από ίνες με αλυσιδωτή δομή.

Το SiS₂ υδρολύεται στο νερό σε πυριτικό οξύ και υδρόθειο:

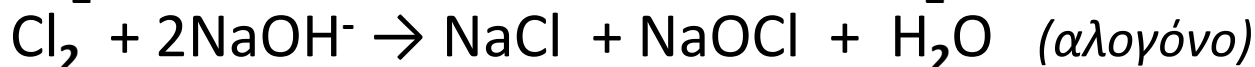


Δικυάνιο, $(CN)_2$, $:N\equiv C-C\equiv N:$

Εύφλεκτο και τοξικό αέριο, παρασκευάζεται με τις αντιδράσεις,



Όπως τα αλογόνα, αντιδρά με ισχυρές βάσεις και δίνει άλατα, τα **κυανιούχα**, $NaCN$ και τα **κυανικά**, $NaOCN$ (αντίδραση οξειδοαναγωγής):



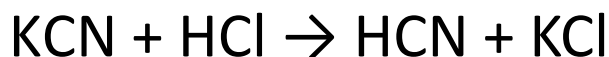
Τα κυανιούχα ιόντα CN^- , συμπλοκοποιούν τον χρυσό και τον άργυρο και βρίσκουν εφαρμογή στη μεταλλουργία αυτών.

Υδροκυάνιο, $H-C\equiv N$. Πολύ τοξικό, άχρωμο, πτητικό υγρό (σ.β. $26^\circ C$), είναι ασθενές οξύ.

Παρασκευάζεται βιομηχανικά, (παρουσία καταλύτη Pt , στους $1200^\circ C$):



και εργαστηριακά από τα άλατα του με επίδραση οξέος:



(Η τοξικότητα του HCN και των ιόντων CN^- οφείλεται στο σχηματισμό των πολύ σταθερών συμπλόκων με τον σίδηρο της αιμοσφαιρίνης του αίματος, $Fe(CN)_6^{4-}$)

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 14 (IVA) _ Αλογονούχες ενώσεις

Τετραφθοριούχος άνθρακας, CF_4 . Ένα πολύ σταθερό αέριο.

Παρασκευάζεται με φθορίωση του SiC: $\text{SiC} + 4\text{F}_2 \rightarrow \text{SiF}_4 + \text{CF}_4$
το SiF_4 διαχωρίζεται από το μείγμα με διάλυμα NaOH, όπου διαλύεται μόνο αυτό, ενώ το **CF_4 παραμένει αδιάλυτο**.

Τετραχλωριούχος άνθρακας, CCl_4 . Είναι άχρωμο υγρό, γνωστός διαλύτης ομοιοπολικών ενώσεων και παράγεται:



Καρβονυλοχλωρίδιο, COCl_2 , ή φωσγένιο (φως + γεννώ), σχηματίζεται από **CO** και **Cl_2** , παρουσία φωτός ή με θέρμανση.

Είναι πολύ τοξικό αέριο (σ.ζ. $7,6^\circ\text{C}$), χρησιμοποιήθηκε ως πολεμικό χημικό αέριο στον Α' παγκόσμιο πόλεμο.

Το θειοφωσγένιο **CSCl_2** , είναι επίσης τοξικό υγρό (σ.ζ. 73°C).

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 14 (IVA) _ Αλογονούχες ενώσεις

Φθοριοάνθρακες:

Είναι ενώσεις άνθρακα και φθορίου που εμφανίζουν πολύ διαφορετικές ιδιότητες από τις άλλες αλογονούχες ενώσεις.

- **Πολύ-τετραφθοροαιθυλένιο, $(-\text{CF}_2\text{CF}_2-)_n$** , ή **Teflon**, είναι αδρανές, γνωστό μονωτικό.
- Μίγματα **φθόρο-, χλώρο- ενώσεων** όπως, **CFCl_3 , CF_2Cl_2 , CF_3Cl** , γνωστά ως **φρέον** (ψυκτικά υγρά), είναι αδρανή υλικά και μη τοξικά, όμως προκαλούν ρύπανση του περιβάλλοντος, καταστρέφοντας το όζον στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας.

Τα **φρέον** παθαίνουν **φωτολυτική διάσπαση** και ελευθερώνουν άτομα χλωρίου ως ρίζα, **$\text{Cl}\bullet$** που αντιδρούν με το όζον.



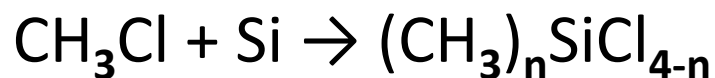
Η συνολική χημ. αντίδραση μπορεί να γραφεί ως:



ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 14 (IVA) _ Οργανοπυριτικές ενώσεις

Οι ενέργειες των δεσμών Si-C είναι σχεδόν της ίδιας τάξης με το δεσμό C-C. Γι αυτό το SiC είναι πολύ σκληρό και σταθερό. Η δραστητικότητα όμως του δεσμού Si-C είναι μεγαλύτερη του C-C.

Παράγωγα χλωρο-μεθυλίων του πυριτίου, $(\text{CH}_3)_n\text{SiCl}_{4-n}$, παρασκευάζονται βιομηχανικά με τη **Μέθοδο Rochow**, στους 300°C ,



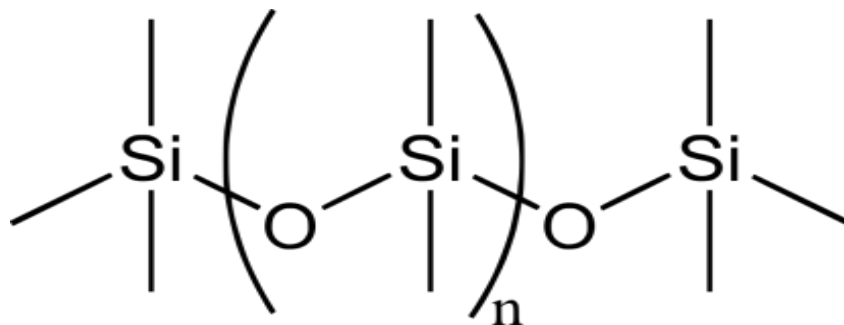
(Παράγεται μίγμα, 70% $(\text{CH}_3)_2\text{SiCl}_2$, 12% $(\text{CH}_3)\text{SiCl}_3$, 5% $(\text{CH}_3)_3\text{SiCl}$)

Οι αντιδράσεις υδρόλυσης οδηγούν στο σχηματισμό πολυμερών, τις γνωστές **σιλικόνες**,



ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ 14 (IVA) _ Σιλικόνες

Οι σιλικόνες είναι πολυμερείς αλυσίδες που περιέχουν την ομάδα **Si-O-Si**, είναι υδρόφοβες λόγω της οργανικής ομάδας στην εξωτερική τους πλευρά.



- Ανάλογα με τις συνθήκες συμπύκνωσης μπορεί να έχουν ευθύγραμμο, κυκλικό ή διακλαδισμένο σκελετό.
- Είναι υλικά ανθεκτικά στις υψηλές θερμοκρασίες και τα χημικά.
- Είναι υδρόφοβες, μονωτικές και άκαυστες. Επίσης δεν είναι τοξικές.
- Χρησιμοποιούνται ως μονωτικά και λιπαντικά, για την παραγωγή ανθεκτικού καουτσούκ (***silastex***), καθώς και για την προστασία ολοκληρωμένων κυκλωμάτων και αντιστάσεων.