

2.3 Είδη χημικών δεσμών: Ιοντικός – ομοιοπολικός – δοτικός ομοιοπολικός δεσμός.

11.1. Ποια είδη χημικών δεσμών γνωρίζετε;

Υπάρχουν δύο βασικά είδη χημικών δεσμών:

ο ιοντικός ή ετεροπολικός δεσμός και

ο ομοιοπολικός δεσμός.

Ειδική περίπτωση του ομοιοπολικού δεσμού είναι **ο ημιπολικός δεσμός ή δοτικός ομοιοπολικός δεσμός.**

11.2. SOS Ερώτηση: Τι ονομάζουμε ιοντικό ή ετεροπολικό δεσμό;

Ο ιοντικός ή ετεροπολικός δεσμός, αναπτύσσεται μεταξύ ιόντων που προέρχονται από ετεροάτομα συνήθως μεταξύ ενός μετάλλου (στοιχείου δηλαδή που έχει την τάση να αποβάλλει ηλεκτρόνια) και ενός αμετάλλου (στοιχείου δηλαδή που έχει την τάση να προσλαμβάνει ηλεκτρόνια).

Τα ιόντα που σχηματίζονται έλκονται μεταξύ τους με ηλεκτροστατικές δυνάμεις Coulomb και διατάσσονται στο χώρο σε κανονικά γεωμετρικά σχήματα, τους ιοντικούς κρυστάλλους.

11.3. SOS Ερώτηση: Πως σχηματίζεται ο ιοντικός δεσμός;

Ο ιοντικός ή ετεροπολικός δεσμός, σχηματίζεται **μεταξύ ιόντων.**

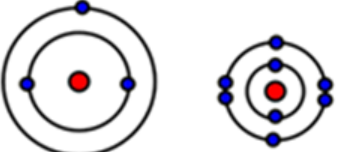
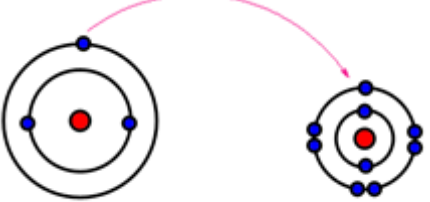
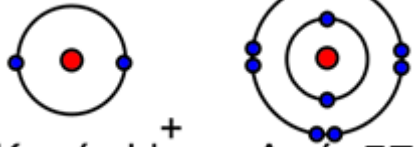
Αυτά προκύπτουν συνήθως **μεταξύ ενός μετάλλου που αποβάλλει από ένα έως τρία ηλεκτρόνια και μετατρέπεται σε κατιόν και ενός αμετάλλου που προσλαμβάνει ένα έως τρία ηλεκτρόνια και μετατρέπεται σε ανιόν.**

Άτομα με 1 ή 2 ή 3 ηλεκτρόνια στην εξωτερική τους στιβάδα, έχουν την τάση να **αποβάλλουν ηλεκτρόνια**, εφόσον η προτελευταία στιβάδα τους έχει τη δομή ευγενούς αερίου.

Εξαίρεση αποτελεί το **H** που έχει 1 ηλεκτρόνιο στην εξωτερική του στιβάδα, αλλά θέλει να πάρει 1 ηλεκτρόνιο για να τη συμπληρώσει με 2 ηλεκτρόνια και να αποκτήσει τη δομή ευγενούς αερίου.

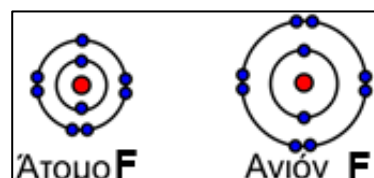
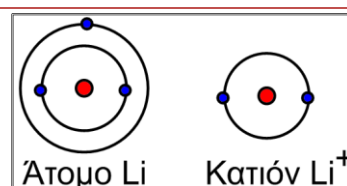
Άτομα με 5 ή 6 ή 7 ηλεκτρόνια στην εξωτερική τους στιβάδα, έχουν την τάση να προσλαμβάνουν ηλεκτρόνια, για να αποκτήσουν στην εξωτερική τους στιβάδα δομή ευγενούς αερίου.

11.4. SOS Ερώτηση: Πως σχηματίζεται η ιοντική ένωση φθοριούχο λίθιο (LiF) από το μέταλλο Li και από το αμέταλλο φθόριο F;

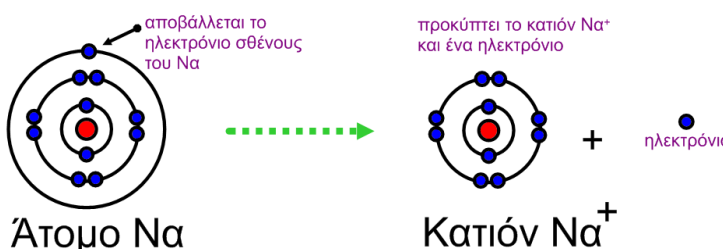
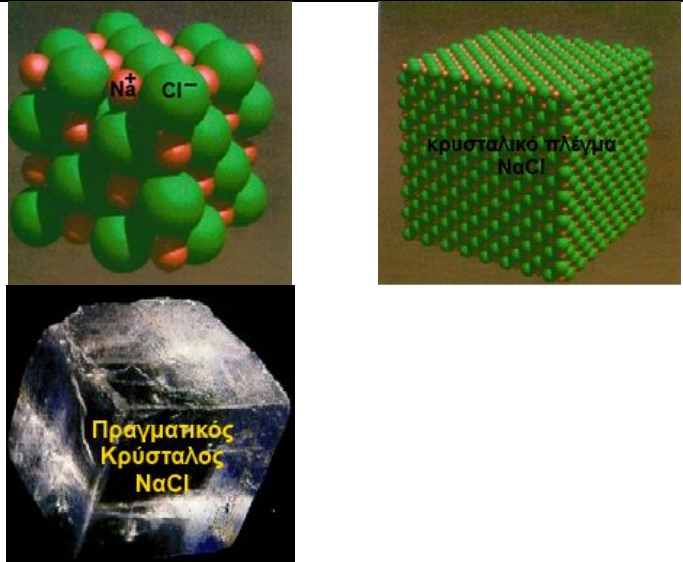
 Άτομο Li Άτομο F	Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του Li είναι η (2,1) και του ατόμου του F είναι η (2,7).
 Άτομο Li Άτομο F	Όταν τα δύο άτομα πλησιάσουν κοντά το ένα στο άλλο, μεταφέρεται, ένα ηλεκτρόνιο από το άτομο του Li στο άτομο του F
 Κατιόν Li⁺ Ανιόν F⁻	Με αυτόν τον τρόπο αποκτούν δομή ευγενούς αερίου, μεταπίπτοντας σε αντίθετα φορτισμένα ιόντα, δηλαδή αποκτούν τις ηλεκτρονιακές δομές: Li⁺ (2) και F⁻ (2,8).

11.5. Ερώτηση: Τι σχέση έχουν οι ακτίνες των ανιόντων και των κατιόντων με τις ατομικές ακτίνες των αντίστοιχων ουδέτερων ατόμων;

- Η αποβολή ενός ηλεκτρονίου από ένα άτομο Li οδηγεί σε μείωση της ατομικής του ακτίνας, γιατί ο πυρήνας με τα περισσότερα θετικά φορτία έλκει ισχυρότερα τα λιγότερα ηλεκτρόνια μειώνοντας την ακτίνα. **Γι' αυτό τα κατιόντα έχουν πάντοτε μικρότερο μέγεθος από τα αντίστοιχα ουδέτερα άτομα.**
- Η πρόσληψη ηλεκτρονίου από ένα ουδέτερο άτομο οδηγεί σε αύξηση της ατομικής του ακτίνας, γιατί τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας απωθούνται περισσότερο και επίσης έλκονται ασθενέστερα από τα λιγότερα πρωτόνια του πυρήνα, γι' αυτό και **τα ανιόντα έχουν πάντοτε μεγαλύτερο μέγεθος από τα αντίστοιχα ουδέτερα άτομα.**



11.6. Ερώτηση: Με ποιο τρόπο σχηματίζεται η ιοντική ένωση χλωριούχο νάτριο (NaCl);

 αποβάλλεται το ηλεκτρόνιο σθένους του Na προκύπτει το κατιόν Na^+ και ένα ηλεκτρόνιο Άτομο Na Κατιόν Na^+ ηλεκτρόνιο	Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του νατρίου Na είναι: $_{11}\text{Na} (2,8,1)$. Με αποβολή του ηλεκτρονίου σθένους, το άτομο του Na αποκτά τη δομή (2,8), δηλαδή τη δομή του ευγενούς αερίου νέου. Έτσι προκύπτει το κατιόν του νατρίου: $\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+ + e^-$
 προσλαμβάνεται το ηλεκτρόνιο σθένους του Na ηλεκτρόνιο προκύπτει το ανιόν Cl^- Άτομο Cl Ανιόν Cl^-	Όταν τα δύο άτομα πλησιάσουν κοντά το ένα στο άλλο, μεταφέρεται, ένα ηλεκτρόνιο από το άτομο του Li στο άτομο του F
 κρυσταλλικό πλέγμα NaCl Πραγματικός Κρύσταλλος NaCl	Τα ιόντα Na^+ και Cl^- που σχηματίζονται συγκρατούνται με ισχυρές ηλεκτροστατικές δυνάμεις σε ορισμένες θέσεις στον κρύσταλλο του NaCl. Στον κρύσταλλο αυτό οι δυνάμεις Coulomb ασκούνται προς όλες τις διευθύνσεις. Έτσι, τα ιόντα συσσωρεύονται, ώστε το κάθε κατιόν να περιβάλλεται από έξι ανιόντα και κάθε ανιόν να περιβάλλεται από έξι κατιόντα. Αυτή η «συσσωρευμένη» κατάσταση εξασφαλίζει την ελάχιστη ενέργεια στο σύστημα, δηλαδή τη μέγιστη σταθερότητα.

Παρατηρήσεις!!

- Δεν είναι απαραίτητο να συμπίπτει ο αριθμός των ηλεκτρονίων που αποβάλλει το ένα άτομο με τον αριθμό των ηλεκτρονίων που προσλαμβάνει το άλλο άτομο.

Για παράδειγμα στην ένωση CaCl_2 το Ca αποβάλλει 2 ηλεκτρόνια ενώ το κάθε Cl προσλαμβάνει 1 ηλεκτρόνιο

- Στις ιοντικές ενώσεις δεν υπάρχει η έννοια του μορίου. Ο χημικός τύπος, δείχνει την απλούστερη ακέραια αναλογία κατιόντων και ανιόντων στον κρύσταλλο.

Για παράδειγμα στο NaCl η αναλογία ιόντων Na^+ και Cl^- είναι ένα προς ένα, ενώ στο CaCl_2 η αναλογία των ιόντων Ca^{2+} και Cl^- είναι ένα προς 2.

11.7. Ερώτηση: Ποια είναι τα βασικά χαρακτηριστικά των ιοντικών ή ετεροπολικών ενώσεων;

Τα βασικά χαρακτηριστικά των ιοντικών ενώσεων είναι:

1. Ιοντικές ενώσεις είναι κατά πλειονότητα τα οξείδια των μετάλλων, τα υδροξείδια των μετάλλων και τα άλατα.
2. Στις ιοντικές ή ετεροπολικές ενώσεις **δεν υπάρχουν μόρια**. Σχηματίζεται κρύσταλλος του οποίου **οι δομικές μονάδες είναι τα ιόντα** (ιοντικός κρύσταλλος).
3. Οι ιοντικές ενώσεις έχουν **υψηλά σημεία τήξεως** λόγω των ισχυρών δυνάμεων Coulomb, που συγκρατούν τα ιόντα τους στον κρύσταλλο. Π.χ. το κοινό αλάτι (χλωριούχο νάτριο) τήκεται περίπου στους 800 °C.
4. **Οι κρύσταλλοι τους είναι σκληροί και εύθραυστοι** και όχι ελατοί και όλκιμοι, όπως είναι οι κρύσταλλοι των μετάλλων.
5. Σε αντίθεση με τους κρυστάλλους των μετάλλων (μεταλλικά κρυσταλλικά πλέγματα), **οι ιοντικές ενώσεις σε στερεά κατάσταση είναι κακοί αγωγοί του ηλεκτρισμού**. Όμως, **τα τήγματα και τα υδατικά τους διαλύματα άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα**.
6. Πολλές ιοντικές ενώσεις είναι **ευδιάλυτες στο νερό**.

11.8. SOS Ερώτηση: Τι ονομάζουμε ομοιοπολικό δεσμό;

Ο χημικός δεσμός ανάμεσα σε δύο γειτονικά άτομα που πραγματοποιείται με **αμοιβαία συνεισφορά ηλεκτρονίων και από τα δύο άτομα, λέγεται ομοιοπολικός δεσμός**.

Το κοινό αυτό ζευγάρι των ηλεκτρονίων του ομοιοπολικού δεσμού δεν περιορίζεται σε ένα άτομο, αλλά απλώνεται σαν δίκτυο, περιβάλλοντας και τα δύο άτομα.

11.9. SOS Ερώτηση: Τι ονομάζουμε διπλό ή τριπλό ομοιοπολικό δεσμό;

Είναι δυνατόν τα άτομα **να μοιράζονται περισσότερα από δύο ηλεκτρόνια**.

Τα άτομα που συνδέονται με ένα κοινό ζευγάρι ηλεκτρονίων λέμε ότι σχηματίζουν **απλό δεσμό**

Τα άτομα που συνδέονται με δύο κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων λέμε ότι σχηματίζουν **διπλό δεσμό**.

Τα άτομα που συνδέονται με τρία κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων λέμε ότι σχηματίζουν **τριπλό δεσμό**.

11.10. Ερώτηση: Ποια άτομα σχηματίζουν χημικές ενώσεις με ομοιοπολικούς δεσμούς;

Γενικώς τα **άτομα αμέταλλων** ενώνονται με ομοιοπολικό δεσμό.

Αυτά είναι άτομα του ίδιου στοιχείου ή διαφορετικών στοιχείων.

11.11. Ερώτηση: Πότε δύο άτομα στοιχείων ενώνονται με ομοιοπολικό δεσμό αντί με ετεροπολικό δεσμό;

Όταν η χημική ένωση **δεν περιλαμβάνει μεταλλικό στοιχείο**.

Αυτό συμβαίνει γιατί το απαιτούμενο ποσό ενέργειας για την εξαγωγή ηλεκτρονίων είναι πολύ μεγάλο, και **επομένως ο σχηματισμός ιοντικής ένωσης είναι μάλλον αδύνατος**.

Το καλύτερο που μπορεί να συμβεί στις περιπτώσεις αυτές είναι τα άτομα να διατηρήσουν ουσιαστικά τα ηλεκτρόνια τους και να σχηματίσουν **κοινά ζευγάρια ηλεκτρονίων**.

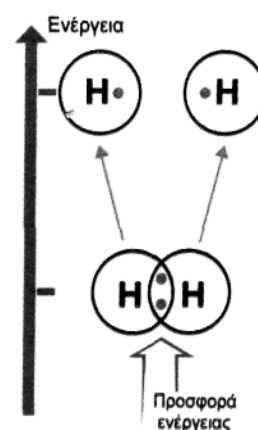
Μία από τις εξαιρέσεις είναι οι ενώσεις που περιέχουν το κατιόν NH_4^+ . Αυτές είναι **ιοντικές** παρόλο που δεν έχουν μεταλλικό στοιχείο. Για παράδειγμα η ένωση NH_4Cl .

11.12. Ερώτηση: Τι ισχύει για την ενέργεια των χημικών ενώσεων που προκύπτουν από άτομα που ενώνονται με χημικό δεσμό;

Ο σχηματισμός ομοιοπολικού δεσμού οδηγεί το σύστημα σε χαμηλότερη ενέργεια.

Στην περίπτωση του **σχηματισμού του μορίου** του υδρογόνου το μόριο H_2 έχει **χαμηλότερη ενέργεια** από αυτήν των δύο ατόμων H .

Αντίθετα, για να διασπαστεί ένας δεσμός απαιτείται ενέργεια (ενέργεια δεσμού). Όσο μεγαλύτερη είναι η ενέργεια αυτή, τόσο πιο ισχυρός είναι ο δεσμός.



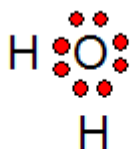
11.13. Ερώτηση: Τι ονομάζεται ηλεκτραρνητικότητα ενός ατόμου;

Ηλεκτραρνητικότητα ενός ατόμου είναι η δύναμη (τάση) με την οποία το άτομο έλκει ηλεκτρόνια μέσα στο μόριο των ενώσεων με άλλα άτομα.

Όσο η ατομική ακτίνα μειώνεται και ο αριθμός των ηλεκτρονίων σθένους αυξάνεται, τόσο η τιμή της ηλεκτραρνητικότητας αυξάνει.

11.14. Ερώτηση: Τι ονομάζεται ηλεκτρονικός τύπος του μορίου χημικής ένωσης;

Οι ηλεκτρονικοί τύποι των μορίων μας δείχνουν **ό,τι και οι μοριακοί τύποι** (από ποια άτομα και με ποια αναλογία συγκροτείται το μόριο), **και επιπλέον την κατανομή των ηλεκτρονίων σθένους των ατόμων.**



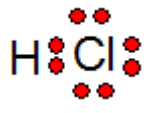
ηλεκτρονικός τύπος νερού

11.15. SOS Ερώτηση: Πώς σχηματίζεται ο ομοιοπολικός δεσμός στο μόριο του υδρογόνου (H_2), του υδροχλωρίου (HCl) του νερού (H_2O) της αμμωνίας (NH_3) και του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) και του αζώτου (N_2);

Το κάθε άτομο H έχει ένα μονήρες ηλεκτρόνιο στην εξωτερική του στιβάδα.	
Μονήρες ονομάζεται το ηλεκτρόνιο που δεν είναι ζευγάρι με κάποιο άλλο.	
Τα άτομα θέλουν να φτιάξουν τόσους ομοιοπολικούς δεσμούς τουλάχιστον, όσα είναι τα μονήρη τους ηλεκτρόνια. Με αυτό τον τρόπο τα δύο άτομα αποκτούν δομή ευγενούς αερίου.	
Στο παράδειγμα του σχηματισμού του H_2 , το κάθε άτομο H θέλει να δημιουργήσει ένα ομοιοπολικό δεσμό.	μονήρη ηλεκτρόνια
Το καθένα από τα άτομα H συνεισφέρει το μονήρες ηλεκτρόνιό του και δημιουργείται το μόριο του H_2. Το ζεύγος των ηλεκτρονίων ανήκει και στα δύο άτομα. Με αυτό τον τρόπο τα δύο άτομα αποκτούν δομή ευγενούς αερίου.	

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΑΘΑΝΑΣΟΠΟΥΛΟΣ, ΔΙΔΑΚΤΩΡ – ΧΗΜΙΚΟΣ.

11.16. SOS Ερώτηση: Πώς σχηματίζεται ο ομοιοπολικός δεσμός στο μόριο του υδροχλωρίου (HCl);

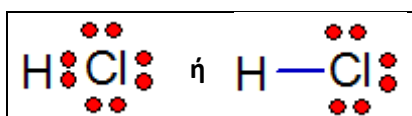
Το άτομο ${}^1\text{H}$ και το άτομο του ${}^{17}\text{Cl}$ έχουν ένα μονήρες ηλεκτρόνιο στην εξωτερική τους στιβάδα το καθένα.	
Το καθένα από τα άτομα H και Cl συνεισφέρει το μονήρες ηλεκτρόνιό του και δημιουργείται το μόριο του HCl. Το ζεύγος των ηλεκτρονίων ανήκει και στα δύο άτομα. Με αυτό τον τρόπο τα δύο άτομα αποκτούν δομή ευγενούς αερίου.	

11.17. Ποια ονομάζονται δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων και ποια ονομάζονται μη δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων;

Δεσμικά ονομάζονται τα ζεύγη των ηλεκτρονίων που ανήκουν από κοινού και στα δύο άτομα και σχηματίζουν τον ομοιοπολικό δεσμό.

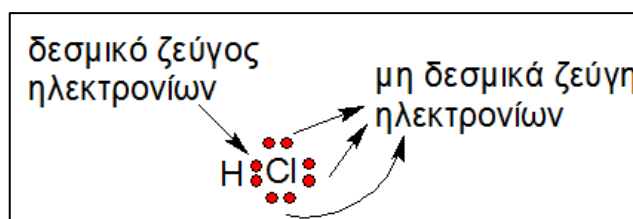
Τα δεσμικά ηλεκτρόνια παριστάνονται στον ηλεκτρονικό τύπο της ένωσης με μία παύλα ανά ζεύγος δεσμικού ζεύγους ηλεκτρονίων.

Για παράδειγμα, ο ηλεκτρονικός τύπος του HCl, παριστάνεται:

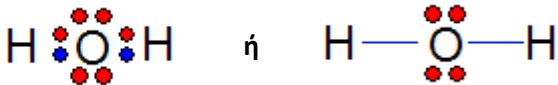


Μη δεσμικά ονομάζονται τα ζεύγη των ηλεκτρονίων που ανήκουν μόνο στο ένα από τα δύο άτομα του ομοιοπολικού δεσμού και δε συμμετέχουν στο σχηματισμό του ομοιοπολικού δεσμού.

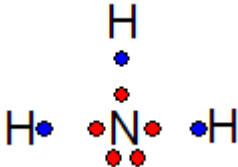
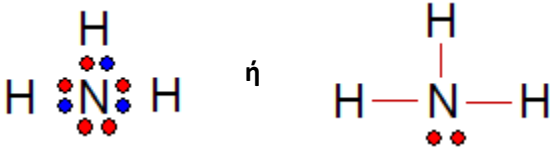
Για παράδειγμα, στο μόριο του HCl έχουμε τρία μη δεσμικά ζεύγη και ένα δεσμικό ζεύγος ηλεκτρονίων.



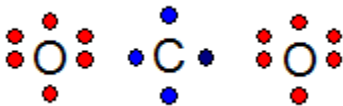
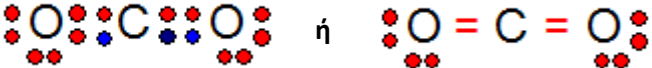
11.18. SOS Ερώτηση: Πώς σχηματίζεται ο ομοιοπολικός δεσμός στο μόριο του νερού (H_2O);

Το άτομο ${}_1H$ έχει ένα μονήρες ηλεκτρόνιο στην εξωτερική του στιβάδα άρα μπορεί να σχηματίζει ένα ομοιοπολικό δεσμό ανά άτομο H. Το άτομο ${}_8O$ έχει δύο μονήρη ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα, άρα μπορεί να σχηματίζει δύο ομοιοπολικούς δεσμούς ανά άτομο O.	
Το καθένα από τα άτομα H συνεισφέρει το μονήρες ηλεκτρόνιό του. Το άτομο O συνεισφέρει καθένα από τα δύο μονήρη ηλεκτρόνιά του σε καθένα από τα άτομα H. Το κάθε ζεύγος των ηλεκτρονίων ανήκει και στα δύο άτομα. Με αυτό τον τρόπο τα τρία άτομα αποκτούν δομή ευγενούς αερίου.	

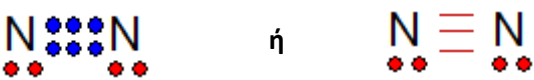
11.19. SOS Ερώτηση: Πώς σχηματίζεται ο ομοιοπολικός δεσμός στο μόριο της αμμωνίας (NH_3);

Το άτομο ${}_1H$ έχει ένα μονήρες ηλεκτρόνιο στην εξωτερική του στιβάδα άρα μπορεί να σχηματίζει ένα ομοιοπολικό δεσμό ανά άτομο H. Το άτομο ${}_7N$ έχει τρία μονήρη ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα, άρα μπορεί να σχηματίζει τρεις ομοιοπολικούς δεσμούς ανά άτομο N.	
Το καθένα από τα άτομα H συνεισφέρει το μονήρες ηλεκτρόνιό του. Το άτομο N συνεισφέρει καθένα από τα τρία μονήρη ηλεκτρόνιά του σε καθένα από τα άτομα H. Το κάθε ζεύγος των ηλεκτρονίων ανήκει και στα δύο άτομα. Με αυτό τον τρόπο τα τέσσερα άτομα αποκτούν δομή ευγενούς αερίου.	

11.20. SOS Ερώτηση: Πώς σχηματίζεται ο ομοιοπολικός δεσμός στο μόριο του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂);

Το άτομο ${}_6\text{C}$ έχει τέσσερα μονήρη ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα άρα μπορεί να σχηματίζει τέσσερις ομοιοπολικούς δεσμούς ανά άτομο C. Το άτομο ${}_8\text{O}$ έχει δύο μονήρη ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα, άρα μπορεί να σχηματίζει δύο ομοιοπολικούς δεσμούς ανά άτομο O.	
Το καθένα από τα άτομα O συνεισφέρει τα μονήρη ηλεκτρόνια του. Το άτομο C συνεισφέρει τα τέσσερα μονήρη ηλεκτρόνια του σε καθένα από τα δύο άτομα O. Το κάθε ζεύγος των ηλεκτρονίων ανήκει και στα δύο άτομα. Ο κάθε δεσμός C – O είναι διπλός, αφού σχηματίζεται με αμοιβαία συνεισφορά δύο ηλεκτρονίων από το κάθε άτομο του δεσμού. Με αυτό τον τρόπο τα τρία άτομα αποκτούν δομή ευγενούς αερίου.	

11.21. SOS Ερώτηση: Πώς σχηματίζεται ο ομοιοπολικός δεσμός στο μόριο του αζώτου (N₂);

Το άτομο ${}_7\text{N}$ έχει τρία μονήρη ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα άρα μπορεί να σχηματίζει τρεις ομοιοπολικούς δεσμούς ανά άτομο N.	
Το καθένα από τα άτομα N συνεισφέρει τα μονήρη ηλεκτρόνια του. Το κάθε ζεύγος των ηλεκτρονίων ανήκει και στα δύο άτομα. Ο δεσμός N – N είναι τριπλός, αφού σχηματίζεται με αμοιβαία συνεισφορά τριών ηλεκτρονίων από το κάθε άτομο του δεσμού. Με αυτό τον τρόπο τα δύο άτομα αποκτούν δομή ευγενούς αερίου.	

11.22. SOS Ερώτηση: Πότε ο ομοιοπλικός δεσμός ονομάζεται μη πολωμένος (ή μη πολικός) ομοιοπολικός δεσμός και πότε πολωμένος (ή πολικός) ομοιοπολικός δεσμός;

Αν τα άτομα που σχηματίζουν τον ομοιοπολικό δεσμό είναι όμοια μεταξύ τους, όπως π.χ. στο μόριο του H_2 , τότε το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων του ομοιοπολικού δεσμού έλκεται εξ ίσου από τους πυρήνες των δύο ατόμων, οπότε έχουμε ομοιόμορφη κατανομή του κοινού ζεύγους των ηλεκτρονίων μεταξύ των δύο ατόμων.

Στην περίπτωση αυτή έχουμε ένα μη πολικό (μη πολωμένο) ομοιοπολικό δεσμό.

Παραδείγματα τέτοιων δεσμών είχαμε στα μόρια του H_2 και του N_2 .

Όταν τα άτομα του μορίου που σχηματίζουν τον ομοιοπολικό δεσμό είναι διαφορετικά, π. χ. στο μόριο του HCl , το κοινό ζεύγος των ηλεκτρονίων έλκεται περισσότερο από το ηλεκτραρνητικότερο άτομο, π. χ. Cl . Έτσι, έχουμε ανομοιόμορφη κατανομή του κοινού ζεύγους των ηλεκτρονίων, με μεγαλύτερο ποσοστό προς την πλευρά του ηλεκτραρνητικότερου (π.χ. Cl).

Στην περίπτωση αυτή ο δεσμός ονομάζεται πολικός (πολωμένος) ομοιοπολικός δεσμός.

Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά ηλεκτραρνητικότητας μεταξύ των ατόμων, τόσο πιο πολωμένος είναι ο ομοιοπολικός δεσμός.

Παραδείγματα τέτοιων δεσμών είχαμε στα μόρια του H_2O και της NH_3 .

11.23. Υπάρχουν 100% ομοιοπολικοί ή ιοντικοί δεσμοί;

100% ομοιοπολικό δεσμό έχουμε στους μη πολικούς ομοιοπολικούς δεσμούς, γιατί τα άτομα είναι ίδια κι έχουν την ίδια ηλεκτραρνητικότητα.

Στους πολωμένους ομοιοπολικούς δεσμούς όμως και στους ιοντικούς δεσμούς, οι καθαρά ομοιοπολικοί και καθαρά ιοντικοί δεσμοί είναι ακραίες περιπτώσεις. Οι περισσότεροι δεσμοί είναι ενδιάμεσου χαρακτήρα.

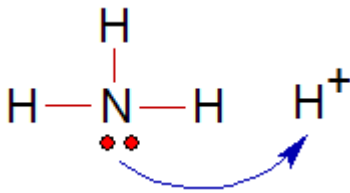
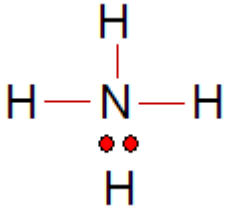
Η πόλωση ενός ομοιοπολικού δεσμού υποδηλώνει την ύπαρξη ιοντικού χαρακτήρα στον ομοιοπολικό δεσμό.

11.24. SOS Ερώτηση: Ποιος δεσμός ονομάζεται ημιπολικός (ή δοτικός ομοιοπλικός) δεσμός;

Ημιπολικό δεσμό (ή δοτικό ομοιοπολικό) έχουμε όταν το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων προσφερθεί από το ένα μόνο άτομο.

Παράδειγμα αποτελεί ο σχηματισμός του κατιόντος του αμμωνίου NH_4^+ , στο οποίο υπάρχει ένας δοτικός δεσμός.

11.25. SOS Ερώτηση: Πώς σχηματίζεται ο ημιπολικός δεσμός στο αμμώνιο (NH_4^+);

Το κατιόν H^+ δεν έχει ηλεκτρόνια την εξωτερική του στιβάδα. Άρα του χρειάζονται δύο ηλεκτρόνια για να συμπληρώσει την εξωτερική του στιβάδα. Στο μόριο της NH_3 έχει ένα μη δεσμικό ζεύγος ηλεκτρονίων.	
Το άτομο N της αμμωνίας συνεισφέρει το μη δεσμικό του ζεύγος ηλεκτρονίων στο κατιόν H^+. Έτσι σχηματίζεται ημιπολικός δεσμός μεταξύ του N της NH_3 και του H^+. Με αυτό τον τρόπο τα τέσσερα άτομα αποκτούν δομή ευγενούς αερίου.	
Από τη στιγμή που θα σχηματιστεί ο δοτικός δεσμός δεν ξεχωρίζει ποιος είναι σε σχέση με τους τρεις προηγούμενους πολωμένους ομοιοπολικούς, γιατί είναι ισοδύναμος με αυτούς.	

11.26. Ερώτηση: Ποια είναι τα χαρακτηριστικά των ομοιοπολικών ή μοριακών ενώσεων;

Τα χαρακτηριστικά των ομοιοπολικών ή μοριακών ενώσεων είναι τα εξής:

1. Οι μοριακές ενώσεις διαφέρουν εντυπωσιακά από τις ιοντικές, είναι δηλαδή **διακριτά συμπλέγματα ατόμων (μόρια)** και όχι εκτενή συσσωματώματα (κρύσταλλοι).
2. Επιπλέον, **οι ελκτικές δυνάμεις μεταξύ των μορίων είναι ασθενείς** σε σχέση με αυτές μεταξύ των ιόντων στο κρυσταλλικό πλέγμα. Γι' αυτό οι μοριακές ενώσεις σχηματίζουν μαλακά στερεά με χαμηλά σημεία τήξεως, ή υγρά με χαμηλά σημεία βρασμού, ή αέρια σώματα. Υπάρχουν βέβαια περιπτώσεις στις οποίες τα άτομα συνδέονται μεταξύ τους και σχηματίζουν μεγαλομόρια, όπως είναι το διαμάντι ή ο γραφίτης, τα οποία χαρακτηρίζονται από εξαιρετική σκληρότητα και πολύ υψηλά σημεία τήξεως.
3. Οι ομοιοπολικές ενώσεις είναι κατά το πλείστον οι ενώσεις μεταξύ αμέταλλων, π. χ. οξέα, οξείδια αμέταλλων κλπ.
4. Σε καθαρή κατάσταση είναι κακοί αγωγοί του ηλεκτρισμού, ενώ τα «υδατικά διαλύματα ορισμένων ομοιοπολικών ενώσεων (π.χ. οξέων) άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα.

11.27. SOS Ερώτηση: Ποιες είναι οι διαφορές μεταξύ του ετεροπολικού και του ομοιοπολικού δεσμού;
Απάντηση:

Ιδιότητα	Ομοιοπολικός δεσμός	Ετεροπολικός δεσμός
Σχηματίζεται από:	Αμέταλλο - Αμέταλλο	Μέταλλο - Αμέταλλο
Τρόπος σχηματισμού:	Αμοιβαία συνεισφορά ηλεκτρονίων	Μετακίνηση ηλεκτρονίων
Δομικά σωματίδια δεσμού	Μόρια	Ιόντα
Φύση δεσμού:	Ηλεκτρομαγνητική	Ηλεκτροστατική
Φυσική κατάσταση χημικών ενώσεων	Στερεά - υγρά - αέρια	Στερεά
	Μέτριες τιμές φυσικών σταθερών και	Υψηλές τιμές φυσικών σταθερών και
	Κρυσταλλικά και άμορφα στερεά	Κρυσταλλικά στερεά

Ερωτήσεις

Σχηματισμός ιοντικής ένωσης

ΣΧΟΛΙΚΕΣ :

11.28. Δίνονται τα στοιχεία Α και Β. Το στοιχείο Α ανήκει στην ΙΙΑ ομάδα και στην 4^η περίοδο, ενώ το στοιχείο Β ανήκει στην VIIA ομάδα και στην 3^η περίοδο του περιοδικού πίνακα. Να εξηγήσετε τι είδους δεσμό μπορούν να σχηματίσουν τα παραπάνω στοιχεία. Ποιος είναι ο μοριακός τύπος της ένωσης που θα σχηματίσουν; Τι δείχνει ο τύπος αυτός;

11.29. Να περιγράψετε τον τρόπο σχηματισμού των ιοντικών ενώσεων μεταξύ: α) του καλίου ($_{19}\text{K}$) και του φθορίου ($_{9}\text{F}$). β) του μαγνησίου ($_{12}\text{Mg}$) και του θείου ($_{16}\text{S}$). γ) του ασβεστίου ($_{20}\text{Ca}$) και του υδρογόνου ($_{1}\text{H}$).

ΑΛΛΕΣ

11.30. α. Κατά το σχηματισμό του χλωριούχου νατρίου (NaCl), το άτομο του Na.....ηλεκτρόνιο και γίνεται.....(...), ενώ το άτομο του Cl.....ηλεκτρόνιο και γίνεται.....(...).

β. Πώς επηρεάζεται η ατομική ακτίνα του ατόμου του Na και του ατόμου του Cl με την παραπάνω διαδικασία;

11.31. α. Να περιγραφεί ο μηχανισμός σχηματισμού του χημικού δεσμού στην περίπτωση του χλωριούχου ασβεστίου (CaCl_2). Δίνονται οι ατομικοί αριθμοί: Ca ($Z = 20$) και Cl ($Z = 17$).

β. Τι ακριβώς εκφράζει ο χημικός τύπος του χλωριούχου ασβεστίου (CaCl_2); Να αιτιολογηθεί η απάντησή σας.

Ιδιότητες ιοντικών ενώσεων

ΣΧΟΛΙΚΕΣ :

11.32. Να εξηγήσετε γιατί δεν πρέπει να χρησιμοποιείται η έννοια του μορίου στην περίπτωση του CaCl_2 (χλωριούχο ασβέστιο). Τι ακριβώς μας δείχνει ο χημικός τύπος στις ιοντικές ενώσεις;

11.33. Η ένωση NaCl (χλωριούχο νάτριο) είναι ένωση ομοιοπολική ή ετεροπολική; Είναι.....γιατί:

- βρίσκεται σε συνηθισμένες συνθήκες σε στερεά κατάσταση
- σχηματίζεται με μεταφορά ηλεκτρονίων από τα άτομα του χλωρίου στα άτομα του νατρίου
- αποτελείται από μόρια που το καθένα έχει δύο ανόμοιους πόλους
- Αποτελείται από μόρια που το καθένα έχει δύο όμοιους πόλους
- σχηματίζεται με μεταφορά ηλεκτρονίων από τα άτομα του νατρίου στα άτομα του χλωρίου

11.34. Να εξηγήσετε για μία ιοντική ένωση ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή: α) Η έννοια του μορίου εκφράζει την ένωση αυτή.
β) Ασκούνται μεταξύ των ατόμων δυνάμεις ηλεκτρομαγνητικής φύσης.
γ) Όλες οι ιοντικές ενώσεις είναι αέρια σώματα. δ) Στα κρυσταλλικά πλέγματα τους υπάρχουν ιόντα αντίθετα φορτισμένα.

ΑΛΛΕΣ

11.35. Μια ετεροπολική ένωση:

- i. σχηματίζει κρυσταλλικό πλέγμα,
- ii. σχηματίζει τήγματα και διαλύματα τα οποία επιτρέπουν τη διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος από τη μάζα τους.
- iii. διαλύεται εύκολα σε πολικούς διαλύτες.
- iv. στις περισσότερες περιπτώσεις είναι αέρια ή υγρή πτητική ένωση.

11.36. Για μια ιοντική ένωση, ποιες από τις παρακάτω προτάσεις εκφράζουν σωστές καταστάσεις:

- A.** Η έννοια μόριο δεν εκφράζει σωστά την ένωση.
- B.** Υπάρχουν δεσμοί ηλεκτρομαγνητικής φύσης.
- Γ.** Βρίσκουμε ιόντα με αντίθετα φορτία.
- Δ.** Τα υδατικά της διαλύματα δεν είναι αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος.

Σχηματισμός ομοιοπολικής ένωσης

ΣΧΟΛΙΚΕΣ :

11.37. Δίνονται τα στοιχεία Γ και Δ. Το στοιχείο Γ ανήκει στην ΙΑ ομάδα και στην 1^η περίοδο, ενώ το στοιχείο Δ ανήκει στην VIIA ομάδα και στη 2^η περίοδο του περιοδικού πίνακα. Να εξηγήσετε τι είδους δεσμό μπορούν να σχηματίσουν τα παραπάνω στοιχεία. Ποιος είναι ο μοριακός τύπος της ένωσης που θα σχηματίσουν; Τι δείχνει ο τύπος αυτός;

11.38. Να γράψετε τους ηλεκτρονιακούς τύπους των ομοιοπολικών ενώσεων: α) τριχλωριούχος φωσφόρος: PCl_3 , β) μεθάνιο: CH_4 , γ) χλωροφόρμιο: CHCl_3 . Οι ατομικοί αριθμοί των στοιχείων P, Cl, C, H είναι αντίστοιχα: 15, 17, 6, 1.

ΑΛΛΕΣ

11.39. Να σημειωθεί ποιο από τα παρακάτω ζευγάρια στοιχείων δεν μπορεί να σχηματίσει ομοιοπολική ένωση.

- A. Αμέταλλο και αμέταλλο
- B. Υδρογόνο και ιώδιο
- Γ. Ανθρακας και οξυγόνο
- Δ. Νάτριο και υδρογόνο

11.40. α. Πώς σχηματίζεται ο ομοιοπολικός δεσμός; Να εξηγήσετε τον τρόπο με τον οποίο σχηματίζονται τα μόρια των στοιχείων:

- i. υδρογόνου ($Z = 1$).
- ii. οξυγόνου ($Z = 8$).
- iii. αζώτου ($Z = 7$).
- β. Πόσα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων μπορούμε να έχουμε μεταξύ δύο ατόμων;

11.41. Να περιγράψετε το σχηματισμό του μορίου της αμμωνίας (NH_3).

11.42. Να περιγράψετε το σχηματισμό του μορίου του υδροχλωρίου (HCl). Δίνονται οι ατομικοί αριθμοί: ${}_1\text{H}$, ${}_7\text{N}$ και ${}_{17}\text{Cl}$.

Ιδιότητες ομοιοπολικών ενώσεων

ΑΛΛΕΣ

11.43. Μια ομοιοπολική ένωση:

i. δεν επιτρέπει τη διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από τη μάζα της όταν βρίσκεται σε καθαρή μορφή,

ii. διαλύεται στο νερό μόνο στην περίπτωση που αντιδρά με αυτό.

iii. σχηματίζει μόριο που εκφράζεται από το μοριακό της τύπο.

iv. παρουσιάζει υψηλό σημείο ζέσεως και βρίσκεται, κυρίως, σε στερεή κατάσταση,

Διάκριση ομοιοπολικών και ιοντικών ενώσεων

ΣΧΟΛΙΚΕΣ :

11.44. Στα κενά του παρακάτω πίνακα να συμπληρώσετε:

11.45. α) Το γράμμα Ο, αν η ένωση που σχηματίζουν τα αντίστοιχα στοιχεία είναι ομοιοπολική,

β) το γράμμα Ε αν η αντίστοιχη ένωση είναι ετεροπολική και

γ) το γράμμα Χ αν τα αντίστοιχα στοιχεία δε σχηματίζουν χημική ένωση.

${}_{17}\text{Cl}$	${}_{16}\text{C}$	${}_{20}\text{Ca}$
${}_1\text{H}$		
${}_{11}\text{Na}$		
${}_6\text{C}$		
${}_{10}\text{Ne}$		

ΑΛΛΕΣ

11.46. Δίνονται μερικά χαρακτηριστικά ορισμένων χημικών ενώσεων. Να σημειώσετε δίπλα από κάθε πρόταση Ο, αν αφορά χαρακτηριστικό ομοιοπολικής ένωσης, και Ι, αν αφορά χαρακτηριστικό ιοντικής ένωσης.

α. Είναι αέρια ή υγρά με μικρό σημείο βρασμού.

β. Είναι καλοί αγωγοί του ηλεκτρισμού,

γ. Σχηματίζουν κρυσταλλικό πλέγμα που αποτελείται από ιόντα αντίθετου φορτίου,

δ. Σχηματίζονται με αμοιβαία συνεισφορά μονήρων ηλεκτρονίων.

11.47. Τα στοιχεία A, B και Γ έχουν ατομικούς αριθμούς $z - 2$, $z + 1$ και $z + 2$ αντίστοιχα. Αν το στοιχείο Γ είναι ευγενές αέριο, τότε μεταξύ των A και B μπορεί να έχουμε:

- A. ιοντικό δεσμό. B. ομοιοπολικό δεσμό.
Γ. δεσμό υδρογόνου. Δ. κανένα δεσμό.

11.48. Ποιος είναι ο σωστός ατομικός αριθμός για ένα στοιχείο το οποίο μπορεί να σχηματίσει τέσσερις ομοιοπολικούς δεσμούς;

- A. 6 B. 12 Γ. 15 Δ. 18 E. 45 Z. 51

γ. Διαφορά μεταξύ ιοντικού και ομοιοπολικού δεσμού είναι:

- Στον ιοντικό δεσμό συμμετέχει κάποιο μέταλλο, ενώ στον ομοιοπολικό δεσμό δε συμμετέχει μέταλλο.
- Ο ομοιοπολικός δεσμός προκύπτει με αμοιβαία συνεισφορά ηλεκτρονίων, ενώ ο ιοντικός δεσμός με πρόσληψη και αποβολή ηλεκτρονίων.
- Αποτέλεσμα του ομοιοπολικού δεσμού είναι ο σχηματισμός μορίου, ενώ του ιοντικού ο σχηματισμός κρυσταλλικού πλέγματος.
- Στον ομοιοπολικό δεσμό μπορούν να συμμετέχουν στοιχεία που ανήκουν στην ίδια ομάδα του περιοδικού πίνακα, ενώ αυτό δεν είναι δυνατό να συμβεί στον ιοντικό δεσμό.

11.49. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι λανθασμένη;

- Ο δεσμός στην ένωση S - Cl είναι περισσότερο πολικός από το δεσμό στην ένωση S - Br.
- Ο δεσμός στην ένωση S - Cl είναι περισσότερο πολικός από το δεσμό στην ένωση S - I.
- Ο δεσμός στην ένωση Se - Cl είναι περισσότερο πολικός από το δεσμό στην ένωση Se - Br.
- Ο δεσμός στην ένωση S - I είναι περισσότερο πολικός από το δεσμό στην ένωση S - Br.

11.50. Δίνονται τα στοιχεία A, B και Γ με ατομικούς αριθμούς k , $k + 1$ και $k + 3$ αντίστοιχα. Αν το στοιχείο B είναι ευγενές αέριο, να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις:

- Ποιος δεσμός σχηματίζεται μεταξύ των ατόμων A και Γ;
- Ποιος δεσμός σχηματίζεται μεταξύ δύο ατόμων A;

11.51. Δίνονται τα στοιχεία A, B και Γ με ατομικούς αριθμούς $k - 2$, k και $k + 2$ αντίστοιχα. Αν το στοιχείο B είναι ευγενές αέριο, να απαντηθούν τα παρακάτω ερωτήματα:

- Ποιος δεσμός σχηματίζεται μεταξύ των στοιχείων A και Γ;
- Ποιος δεσμός σχηματίζεται μεταξύ δύο ατόμων A;

11.52. Δίνονται τα στοιχεία X και Y. Δίνεται επίσης ότι:

- το στοιχείο X ανήκει στη IIA ομάδα και στην 4η περίοδο,
- το στοιχείο Y ανήκει στη VIIA ομάδα και στην 3η περίοδο.

Να εξηγήσετε το είδος των δεσμών που σχηματίζουν τα στοιχεία αυτά και ποιος θα είναι ο μοριακός τύπος της ένωσης του X με το Y. Να αιτιολογηθούν οι απαντήσεις σας.

11.53. Δίνονται τα στοιχεία X και Y, για τα οποία ισχύουν:

- το στοιχείο X ανήκει στην IA ομάδα,

β. το στοιχείο Y ανήκει στη VIA ομάδα. Να εξηγήσετε το είδος των δεσμών που σχηματίζουν τα στοιχεία αυτά και ποιος θα είναι ο μοριακός τύπος της ένωσης του X με το Y. Να αιτιολογηθούν οι απαντήσεις σας.

Είδη ομοιοπολικών δεσμών

ΣΧΟΛΙΚΕΣ :

11.54. Να περιγράψετε τους δεσμούς (δίνοντας και τον ηλεκτρονιακό τύπο) στο μόριο του αιθανίου, που έχει χημικό τύπο C_2H_6 . Δίνεται ότι τα άτομα του άνθρακα στο μόριο αυτό ενώνονται μεταξύ τους με έναν απλό ομοιοπολικό δεσμό. Πόσα είδη ομοιοπολικών δεσμών διακρίνετε στο μόριο του C_2H_6 ; Να τεκμηριώσετε την απάντησή σας. Δίνονται οι ατομικοί αριθμοί: Για τον άνθρακα $Z = 6$ και για το υδρογόνο $Z = 1$.

11.55. Δίνονται οι ατομικοί αριθμοί του άνθρακα (C): $Z=6$ και του υδρογόνου (H): $Z=1$. Τα δύο αυτά στοιχεία σχηματίζουν τρεις ομοιοπολικές ενώσεις, την Α με τύπο C_2H_x , τη Β με τύπο C_2H_y και τη Γ με τύπο C_2H_z . Αν είναι γνωστό ότι η ένωση Α έχει ένα απλό ομοιοπολικό δεσμό μεταξύ των ατόμων του άνθρακα, η ένωση Β έχει ένα διπλό ομοιοπολικό δεσμό μεταξύ των ατόμων του άνθρακα και η ένωση Γ έχει ένα τριπλό ομοιοπολικό δεσμό μεταξύ των ατόμων του άνθρακα, να δώσετε τους ηλεκτρονικούς τύπους των ενώσεων Α, Β και Γ περιγράφοντας τον τρόπο δημιουργίας των δεσμών. Πόσα και ποια είδη δεσμών υπάρχουν στις ενώσεις Α, Β και Γ;

11.56. Να κατατάξετε τα παρακάτω μόρια σε ομοιοπολικά πολικά και ομοιοπολικά μη πολικά: α) HCl β) N_2 γ) NH_3 δ) Cl_2

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

11.57. Ποιοι από τους παρακάτω δεσμούς βρίσκονται στο μόριο του οξυγόνου; Για το οξυγόνο: $Z=8$.

- α) διπλός ομοιοπολικός δεσμός
- β) τριπλός ομοιοπολικός δεσμός μη πολικός
- γ) διπλός ομοιοπολικός μη πολικός δεσμός
- δ) ιοντικός
- ε) δεν σχηματίζεται δεσμός, γιατί είναι μονοατομικό στοιχείο.

ΆΛΛΕΣ

11.58. Ομοιοπολικός μη πολικός δεσμός σχηματίζεται:

- Α. μεταξύ δύο στοιχείων με τον ίδιο ατομικό και μαζικό αριθμό.
- Β. μεταξύ δύο στοιχείων με διαφορετικό ατομικό αριθμό.
- Γ. μεταξύ δύο στοιχείων στα οποία έχουμε αμοιβαία συνεισφορά μονήρων ηλεκτρονίων.
- Δ. όταν στο μόριο της ένωσης υπάρχει συμμετρική κατανομή φορτίου.
- β. Ποια η βασική διαφορά μεταξύ ομοιοπολικού και ημιπολικού δεσμού;

11.59. Σε ποια από τα παρακάτω μόρια υπάρχουν μη πολικοί ομοιοπολικοί δεσμοί;

- | | | | |
|----------|----------|-----------|-----------|
| Α. HBr | Β. H_2 | Γ. Cl_2 | Δ. CH_4 |
| Ε. NO | ΣΤ. HI | Ζ. NH_3 | Η. N_2 |

11.60. Σε ποια από τα παρακάτω μόρια υπάρχουν πολικοί ομοιοπολικοί δεσμοί;

- Α. HNO_3 Β. O_2 Γ. H_2S Δ. CO_2
 Ε. I_2 ΣΤ. HCN Ζ. P_2O_5 Η. S_8

11.61. Με δεδομένο ότι τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας ενός στοιχείου παρουσιάζονται με τη μορφή ζεύγους, όταν είναι περισσότερα από τέσσερα, τα στοιχεία που μπορούν να σχηματίσουν ημιπολικό δεσμό μπορεί να ανήκουν:

- Α. σε οποιαδήποτε ομάδα του περιοδικού πίνακα.
 Β. στις ομάδες ΙΑ, ΙΙΑ ή ΙΙΙΑ του περιοδικού πίνακα.
 Γ. στις ομάδες ΙVΑ, VΑ, VΙΑ ή VΙΙΑ του περιοδικού πίνακα.
 Δ. στις ομάδες VΑ, VΙΑ ή VΙΙΑ του περιοδικού πίνακα.
 β. Ποια στοιχεία μπορούν να λειτουργήσουν ως δέκτες ζεύγους ηλεκτρονίων; Να αναφέρετε δύο τέτοια στοιχεία.

Ηλεκτρονικοί τύποι

Άλλες

11.62. Να σχεδιάσετε τους ηλεκτρονιακούς τύπους των παρακάτω ενώσεων:

- α. H Br , MgS , BaO , N_2 . β. H_2S , Na_2O , CaBr_2 .
 γ. NH_3 , PCl_3 , CH_4 . δ. CHCl_3 , CH_2Cl_2 , C_2H_6 .

11.63. Να προβλέψετε τους ηλεκτρονιακούς τύπους των χημικών ενώσεων μεταξύ των:

- α. Ca ($Z = 20$) και I ($Z = 53$), β. Al ($Z = 13$) και S ($Z = 16$),
 γ. Mg ($Z = 12$) και O ($Z = 8$), δ. Na ($Z = 11$) και S ($Z = 16$).

σύμφωνα με την ηλεκτρονιακή θεωρία του σθένους.

11.64. Να προβλέψετε τους ηλεκτρονιακούς τύπους των χημικών ενώσεων μεταξύ των:

- α. C ($Z = 6$) και Cl ($Z = 17$), β. P ($Z = 15$) και H ($Z = 1$),
 γ. C ($Z = 6$) και S ($Z = 16$), δ. H ($Z = 1$) και S ($Z = 16$),
 ε. C ($Z = 6$) και H ($Z = 1$),

σύμφωνα με την ηλεκτρονιακή θεωρία του σθένους.

11.65. Να σχεδιάσετε τον ηλεκτρονιακό τύπο της ένωσης μεταξύ Α και Ε, όταν το Α ανήκει στη ΙΙΑ ομάδα και το Ε στη VΙΑ ομάδα του περιοδικού πίνακα.