

Χημεία

γ' λυκείου

**Ομάδας Προσανατολισμού
Θετικών Σπουδών**

Τόμος 8ος

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ

Το παρόν βιβλίο περιέχει τα παρακάτω κεφάλαια:

- α) Από το βιβλίο «Χημεία θετικής Κατεύθυνσης» Β΄ Λυκείου των Λιοδάκη Σ., Γάκη Δ., Θεοδωρόπουλου Δ., Θεοδωρόπουλου Π. και Κάλλη Α. (έκδοση 2012) τα κεφάλαια 2, 3, 4, 5.
- β) Από το βιβλίο «Χημεία θετικής Κατεύθυνσης» Γ΄ Λυκείου των Λιοδάκη Σ., Γάκη Δ., Θεοδωρόπουλου Δ. και Θεοδωρόπουλου Π. (έκδοση 2012) τα κεφάλαια 1, 3, 5.

**Επιστημονικός Υπεύθυνος –
Διεύθυνση Ομάδων Εργασίας:
Στέλιος Λιοδάκης**

Ομάδα Συγγραφής:

**Στέλιος Λιοδάκης, Δρ. Χημικός,
Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ**

**Δημήτρης Γάκης, Δρ. Χημικός
Μηχανικός, Λέκτορας ΕΜΠ**

**Δημήτρης Θεοδωρόπουλος,
Χημικός Μηχανικός Δ/θμιας
Εκπαίδευσης**

**Παναγιώτης Θεοδωρόπουλος,
Χημικός Δ/θμιας Εκπαίδευσης**

**Αναστάσιος Κάλλης, Χημικός
Δ/θμιας Εκπαίδευσης**

Ομάδα Τεχνικής Υποστήριξης:

**Στάθης Σιάνος, Χημικός Μηχανικός
ΕΜΠ**

**Ηρακλής Αγιοβλασίτης, φοιτητής
στη σχολή Χημικών Μηχανικών,
ΕΜΠ**

Άννα Γάκη, φοιτήτρια στη σχολή
Χημικών Μηχανικών, ΕΜΠ
Βλάσσης Παπανικολάου, φοιτητής
στη σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχα-
νικών, ΕΜΠ
Άντζελα Λαζάρου, φωτογράφος
ΤΕΙ Αθήνας

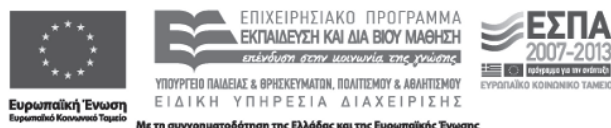
Γλωσσική Επιμέλεια:
Χρήστος Ανδρίτσος

Τεχνική Επιμέλεια:
Στέλιος Λιοδάκης

Υπεύθυνος στο πλαίσιο του
Παιδαγωγικού Ινστιτούτου:
Δρ. Αντώνιος Σ. Μπομπέτσης,
Χημικός, M.Ed., Ph.D., Σύμβουλος
Π.Ι.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΑΝΕΚΔΟΣΗΣ

Η επανέκδοση του παρόντος βιβλίου πραγματοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων «Διόφαντος» μέσω ψηφιακής μακέτας, η οποία δημιουργήθηκε με χρηματοδότηση από το ΕΣΠΑ / ΕΠ «Εκπαίδευση & Διά Βίου Μάθηση» / Πράξη «ΣΤΗΡΙΖΩ».



Οι διορθώσεις πραγματοποιήθηκαν κατόπιν έγκρισης του Δ.Σ. του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Η αξιολόγηση, η κρίση των προσαρμογών και η επιστημονική επιμέλεια του προσαρμοσμένου βιβλίου πραγματοποιείται από τη Μονάδα Ειδικής Αγωγής του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής.

Η προσαρμογή του βιβλίου για μαθητές με μειωμένη όραση από το ΙΤΥΕ – ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ πραγματοποιείται με βάση τις προδιαγραφές που έχουν αναπτυχθεί από ειδικούς εμπειρογνώμονες για το ΙΕΠ.

**ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ
ΓΙΑ ΜΑΘΗΤΕΣ
ΜΕ ΜΕΙΩΜΕΝΗ ΟΡΑΣΗ**

ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ
ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ**

**ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ
ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ**

**Σ. Λιοδάκης, Δ. Γάκης,
Δ. Θεοδωρόπουλος,
Π. Θεοδωρόπουλος, Α. Κάλλης**

**Η συγγραφή και η επιστημονική
επιμέλεια του βιβλίου
πραγματοποιήθηκε υπό την αιγίδα
του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου**

**Χημεία
γ' λυκείου**

**Ομάδας Προσανατολισμού
Θετικών Σπουδών**

Τόμος 8ος

Ι.Τ.Υ.Ε. «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»



[6.5]

Ηλεκτρονιακοί τύποι - Σχήματα μορίων

Ηλεκτρονιακοί τύποι κατά Lewis

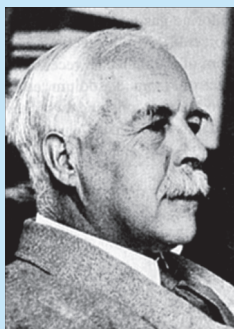
Είναι φανερό ότι τα ηλεκτρόνια σθένους αποτελούν το κλειδί της χημικής συμπεριφοράς των στοιχείων. Όμως, η ακριβής περιγραφή του τρόπου με τον οποίο τα άτομα συνδέονται χημικά είναι πολύπλοκο θέμα και απαιτεί βαθιές γνώσεις χημείας. Μια καλή προσέγγιση στο θέμα της ερμηνείας του χημικού δεσμού αποτελεί η ηλεκτρονιακή θεωρία του σθένους (Kossel, Lewis). Με βάση τις αντιλήψεις αυτές θεωρείται ότι:

- Στους δεσμούς συμμετέχουν μόνο τα ηλεκτρόνια σθένους.

Για την γραφή των ηλεκτρονικών τύπων Lewis, ο Lewis εισήγαγε απλά σύμβολα για τα στοιχεία (σύμβολα Lewis), όπου τα ηλεκτρόνια της τελευταίας στιβάδας (ηλεκτρόνια σθένους) συμβολίζονται με τελείες (βλέπε πίνακα 6.8). Τα ηλεκτρόνια σθένους στη συνέχεια διαμοιράζονται μεταξύ των συνδεδεμένων ατόμων με βάση τον κανόνα της οκτάδας:

- Σύμφωνα με τον **κανόνα της οκτάδας**, τα άτομα αποβάλλουν ή προσλαμβάνουν ηλεκτρόνια (ετεροπολικός δεσμός) ή αμοιβαία συνεισφέρουν ηλεκτρόνια (ομοιοπολικός

δεσμός), προκειμένου να αποκτήσουν δομή ευγενούς αερίου, δηλαδή οκτώ ηλεκτρόνια στην τελευταία τους στιβάδα. Εξαιρείται η στιβάδα Κ, που συμπληρώνεται με δύο ηλεκτρόνια.



Lewis (1875-1946).

Γεννήθηκε στη Μασαχουσέτη των ΗΠΑ. Ήταν καθηγητής από το 1912 στο πανεπιστήμιο Μπέρκλεϋ της Καλιφόρνιας. Το ανήσυχο και διορατικό πνεύμα του επέτρεψε να κάνει σοβαρές καινοτομίες σε πολλούς τομείς της χημείας. Πρότεινε τα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων και εισήγαγε τους περίφημους τύπους κατά Lewis. Εισήγαγε μια νέα θεωρία για τον ορισμό των οξέων - βάσεων και ήταν ο πρώτος που παρασκεύασε καθαρό βαρύ ύδωρ D_2O ή 2H_2O .

• Η ηλεκτρονιακή θεωρία του σθένους αποτελεί την πληρέστερη προ-κβαντική θεωρία για την περιγραφή των χημικών δεσμών. Διατυπώθηκε το 1908 από τον Ramsay και συμπληρώθηκε από τους Kossel και Lewis. Η θεωρία Lewis (1916) περιγράφει το σχηματισμό του ομοιοπολικού δεσμού, έως τότε οι επιστήμονες ήξεραν μόνο τον ιοντικό δεσμό. Η θεωρία Lewis αδυνατεί σε πολλές περιπτώσεις να ερμηνεύσει το χημικό δεσμό, καθώς υπάρχουν συχνά αποκλίσεις από τον κανόνα της οκτάδας. Έτσι, η θεωρία του εφαρμόζεται ικανοποιητικά μόνο για τις ενώσεις στοιχείων που ανήκουν στις τρεις πρώτες περιόδους του περιοδικού πίνακα. Την

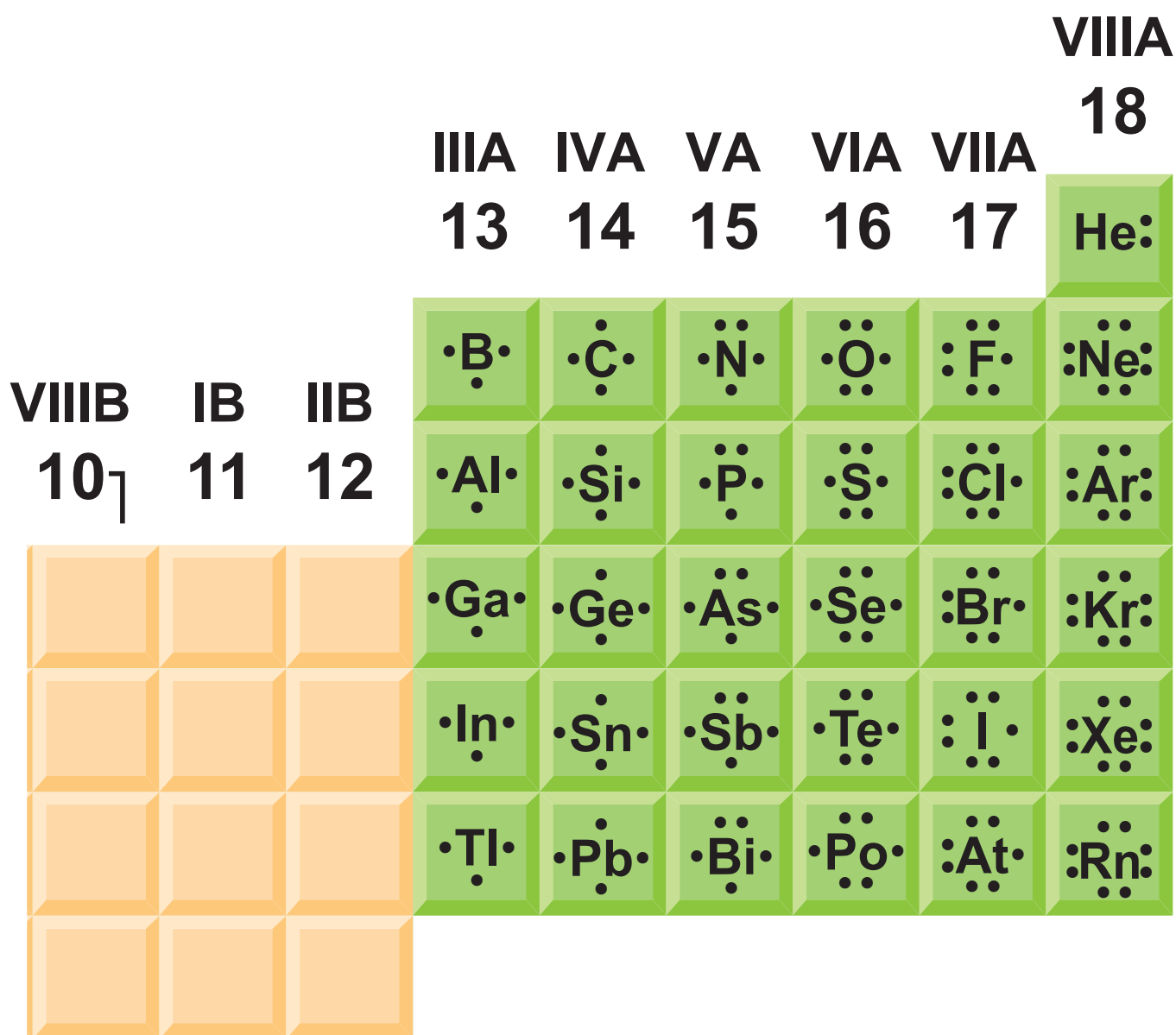
πιο ολοκληρωμένη απάντηση στο θέμα του ομοιοπολικού δεσμού δίνουν σήμερα οι κβαντικές θεωρίες του **δεσμού σθένους** και **μοριακών τροχιακών**, τις οποίες θα περιγράψουμε στο 7ο κεφάλαιο.

Να θυμηθούμε ότι τους ηλεκτρονικούς τύπους κατά Lewis είχαμε αξιοποιήσει στην Α' Λυκείου για τη γραφή των ηλεκτρονιακών τύπων ιοντικών και ομοιοπολικών ενώσεων, όπως στα παραδείγματα που δίνονται παρακάτω.



ΠΙΝΑΚΑΣ 6.8 Σύμβολα Lewis των στοιχείων που ανήκουν σε κύριες ομάδες του περιοδικού πίνακα

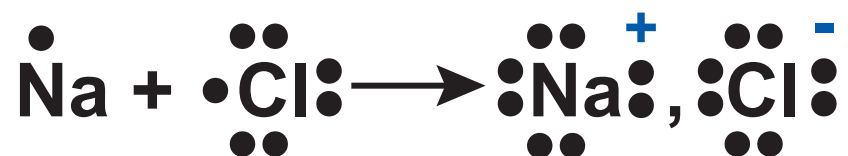
IA 1	IIA 2	IIIB 3	IVB 4	VB 5	VIB 6	VIIB 7	VIII 8	IIIB 9
•H								
•Li	•Be•							
•Na	•Mg•							
•K	•Ca•							
•Rb	•Sr•							
•Cs	•Ba•							
•Fr	•Ra•							



Ιοντικές ενώσεις

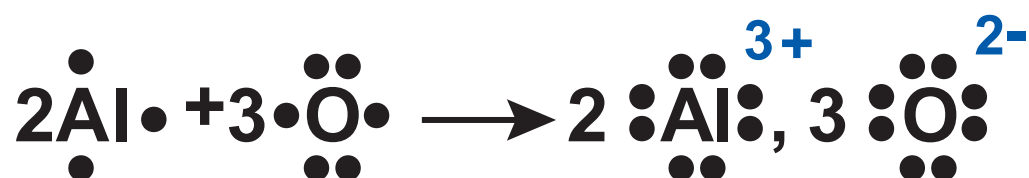
Η ηλεκτρονιακή δομή του NaCl

είναι:



Η ηλεκτρονιακή δομή του Al_2O_3

είναι:



Ομοιοπολικές ενώσεις

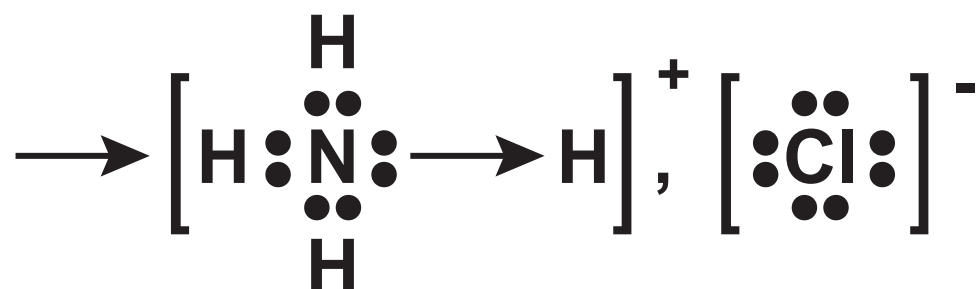
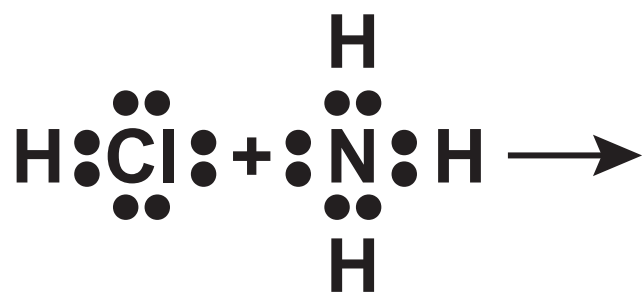
Ο ηλεκτρονιακός τύπος του HCl



Ο ηλεκτρονιακός τύπος του H₂O



Χρησιμοποιώντας τους κατά Lewis τύπους μπορούμε να περιγράψουμε το σχηματισμό του χλωριούχου αμμωνίου (NH₄Cl) από NH₃ και HCl:



Ο δεσμός $N \rightarrow H$ ονομάζεται ημιπολικός ή δοτικός ομοιοπολικός δεσμός. Στους δεσμούς αυτούς το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων δεν προκύπτει με αμοιβαία συνεισφορά ηλεκτρονίων, αλλά με προσφορά του ενός μόνο ατόμου. Σήμερα, ο δεσμός αυτός δεν αποτελεί ξεχωριστό είδος δεσμού, αλλά θεωρείται ως μια ειδική περίπτωση ομοιοπολικού δεσμού, καθώς δε διαφέρει σε κανένα ουσιαστικό σημείο από τον ομοιοπολικό δεσμό. Η προέλευση μόνο του κοινού ζεύγους είναι διαφορετική. Δηλαδή, από τη στιγμή που δημιουργείται το κατιόν αμμωνίου τα 4 άτομα υδρογόνου είναι συνδεδεμένα με το άζωτο με τον ίδιο τρόπο.

- Στους τύπους κατά Lewis για όλα τα ηλεκτρόνια χρησιμοποιούμε το ίδιο σύμβολο, π.χ. μια τελεία.
- Να παρατηρήσουμε ότι υπάρχουν περιπτώσεις ενώσεων, όπου τα άτομα δεν αποκτούν δομή ευγενούς αερίου (δεν ισχύει ο κανόνας της οκτάδας). Όμως σε κάθε περίπτωση, όταν δημιουργείται χημικός δεσμός το σύστημα οδηγείται σε σταθερότερη κατάσταση.

Κανόνες για τη γραφή των τύπων κατά Lewis

Για να γράψουμε τους ηλεκτρονι-ακούς τύπους Lewis πολυπλοκότερων μορίων ή ιόντων ακολουθούμε την εξής σειρά πρακτικών κανόνων:

• Προσθέτουμε τα ηλεκτρόνια σθένους των ατόμων που περιέχονται στο μόριο. Αν έχουμε ανιόν, προσθέτουμε τόσα ηλεκτρόνια επί πλέον, όσο είναι το ηλεκτρικό φορτίο του ανιόντος, ενώ αν έχουμε κατιόν αφαιρούμε τόσα ηλεκτρόνια, όσο είναι το φορτίο του κατιόντος.

Π.χ. στο SO_2 έχουμε :

$6 + 2 \cdot 6 = 18$ ηλεκτρόνια σθένους

ομοίως, στο SO_4^{2-} :

$6 + 4 \cdot 6 + 2 = 32$

και στο NH_4^+ : $5 + 4 \cdot 1 - 1 = 8$

• Βρίσκουμε το κεντρικό άτομο της ένωσης. Κεντρικό άτομο είναι αυτό που έχει δείκτη 1 στον μοριακό τύπο της ένωσης. Αν υπάρχουν δύο άτομα με δείκτη 1, διαλέγουμε εκείνο που είναι λιγότερο

ηλεκτραρνητικό. Στη διαδικασία αυτή επιλογής του κεντρικού ατόμου αποκλείεται το άτομο του υδρογόνου. Π.χ. στο HNO_3 κεντρικό άτομο είναι το N.

- Συνδέουμε το κεντρικό άτομο με τα περιφερειακά άτομα με απλούς δεσμούς (δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων). Στις περιπτώσεις που έχουμε οξυγόνο και υδρογόνο στην ένωση, συνήθως συνδέουμε τα άτομα υδρογόνου με τα άτομα οξυγόνου και αυτά με το κεντρικό άτομο.

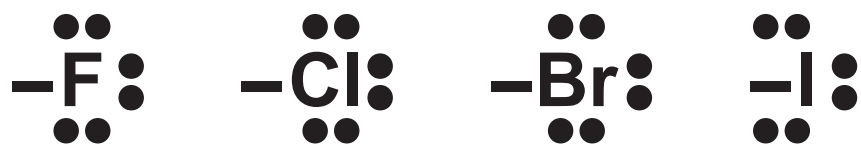
- Τα υπόλοιπα ηλεκτρόνια τοποθετούνται ανά ζεύγη (μη δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων) στα περιφερειακά άτομα, έτσι ώστε να συμπληρώσουν τη στιβάδα

σθένους των με 8 ηλεκτρόνια (εξαιρείται το άτομο Η που συμπληρώνεται με δύο). Στο κεντρικό άτομο βάζουμε όσα ηλεκτρόνια περισσεύουν, ακόμα και αν χρειαστεί να υπερβούμε την οκτάδα ηλεκτρονίων.

- Αν το κεντρικό άτομο έχει λιγότερα από 8 ηλεκτρόνια, δοκιμάζουμε με διπλούς ή τριπλούς δεσμούς να καλύψουμε το ηλεκτρονιακό του έλλειμμα.

- Κάθε απλή γραμμή παριστάνει ένα δεσμικό ζεύγος ηλεκτρονίων.

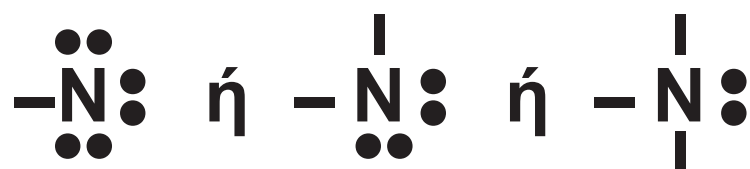
Επίσης, τα αλογόνα στην άκρη του μορίου μιας ένωσης έχουν τρία μη δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων και ένα απλό δεσμικό ζεύγος ηλεκτρονίων.



Τα άτομα Ο ή S στην άκρη του μορίου μιας ένωσης έχουν είτε έναν απλό δεσμό και τρία μη δεσμικά ζεύγη, είτε δύο απλούς δεσμούς και δύο μη δεσμικά ζεύγη. Δηλαδή:



Αν το άτομο N είναι στην άκρη του μορίου έχουμε:



Παράδειγμα 6.1

Να γραφεί ο ηλεκτρονιακός τύπος κατά Lewis του HCN.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

- α. Προσθέτουμε τον αριθμό των ηλεκτρονίων σθένους:
 $1 + 4 + 5 = 10$.
- β. Κεντρικό άτομο επιλέγεται ο C, καθώς είναι λιγότερο ηλεκτραρνητικός από το N.
- γ. Συνδέουμε στο κεντρικό άτομο τα περιφερειακά άτομα με απλούς ομοιο-πολικούς δεσμούς (δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων):



Οπότε, χρησιμοποιούμε 4 ηλεκτρόνια και περισσεύουν $10 - 4 = 6$, δηλαδή 3 ζεύγη ηλεκτρονίων.

δ. Τοποθετούμε τα 3 ζεύγη ηλεκτρονίων στο άτομο N, ώστε να αποκτήσει οκτάδα ηλεκτρονίων. Το άτομο H είναι ήδη τακτοποιημένο με δύο ηλεκτρόνια. Ο τύπος όμως δεν είναι αποδεκτός, γιατί το άτομο του C δεν έχει αποκτήσει οκτάδα ηλεκτρονίων.



ε. Για το λόγο αυτό δοκιμάζουμε το σχηματισμό διπλού ή τριπλού δεσμού μεταξύ των ατόμων C και N.

1η προσπάθεια



Το άτομο του άνθρακα εξακολουθεί να μην έχει ηλεκτρονιακή οκτάδα στη στιβάδα σθένους του.

2η προσπάθεια



Όλα τα άτομα έχουν δομή ευγενούς, άρα ο ηλεκτρονιακός τύπος είναι αποδεκτός.

Παράδειγμα 6.2

Να γραφεί ο ηλεκτρονιακός τύπος κατά Lewis του HClO.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α. Κεντρικό άτομο είναι το Cl.

β. Ο συνολικός αριθμός των ηλεκτρονίων σθένους είναι:

$$1 + 7 + 6 = 14.$$

γ. Σχηματίζουμε απλούς ομοιοπολικούς μεταξύ των ατόμων:



δ. $14 - 4 = 10$ (περισσεύουν άλλα 5 ζεύγη ηλεκτρονίων).

ε. Το άτομο του αλογόνου παίρνει 3 ζεύγη ηλεκτρονίων, ενώ τα υπόλοιπα 2 ζεύγη τοποθετούνται στο άτομο του οξυγόνου. Έτσι, καταλήγουμε:



Παράδειγμα 6.3

Να γραφεί ο ηλεκτρονιακός τύπος κατά Lewis του BF_3 .

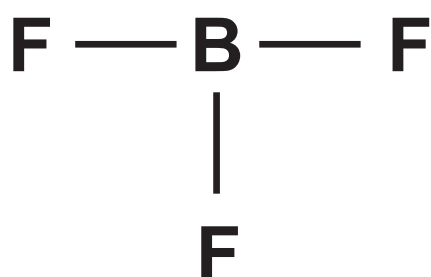
ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α. Το κεντρικό άτομο είναι το B.

β. Ο συνολικός αριθμός των ηλεκτρονίων σθένους είναι:

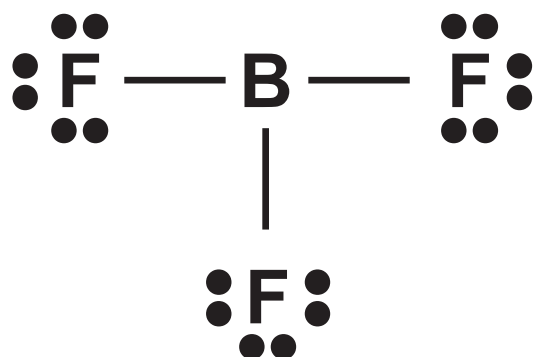
$$3 + 3 \cdot 7 = 24.$$

γ. Σχηματίζουμε απλούς ομοιοπολικούς μεταξύ των ατόμων:



δ. Περισσεύουν 18 ηλεκτρόνια.

Κάθε άτομο φθορίου παίρνει τρία ζεύγη ηλεκτρονίων, οπότε έχουμε:



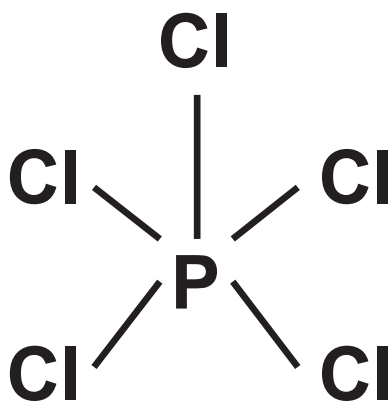
- Στην ένωση BF_3 το B δεν μπορεί να αποκτήσει ηλεκτρονιακή οκτάδα στη στιβάδα σθένους της (γνωρίζουμε ότι τα αλογόνα στην άκρη του μορίου μιας ένωσης έχουν τρία μη δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων και έναν απλό δεσμό).

Παράδειγμα 6.4

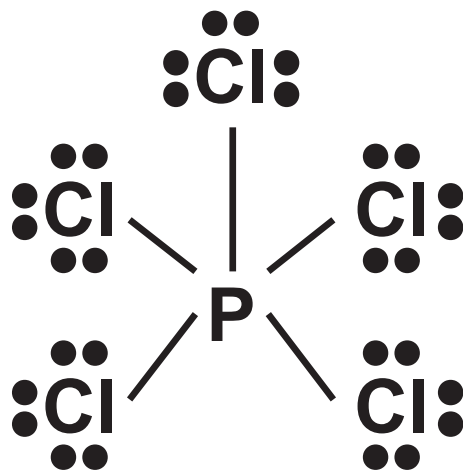
Να γραφεί ο ηλεκτρονιακός τύπος κατά Lewis του PCl_5 .

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

- α. Το κεντρικό άτομο είναι ο P.
- β. Ο συνολικός αριθμός των ηλεκτρονίων είναι: $5 + 5 \cdot 7 = 40$.
- γ. Δημιουργούμε πέντε δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων:



- δ. Περισσεύουν 30 ηλεκτρόνια.
- ε. Κάθε άτομο χλωρίου παίρνει τρία ζεύγη ηλεκτρονίων και έχουμε:



- Στην ένωση PCl_5 το άτομο P έχει 10 ηλεκτρόνια στη στιβάδα σθένους του.

Παράδειγμα 6.5

Να γραφεί ο ηλεκτρονιακός τύπος κατά Lewis του SO_2 .

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

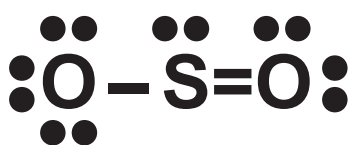
- Το κεντρικό άτομο είναι το S.
- Ο συνολικός αριθμός των

ηλεκτρονίων σθένους είναι:

$$6 + 2 \cdot 6 = 18.$$

γ. Σχηματίζουμε δύο δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων: O – S – O.

δ. Περισσεύουν 14 ηλεκτρόνια. Απ' αυτά 6 ζεύγη τοποθετούνται στα δύο άτομα του O, ώστε να αποκτήσουν ηλεκτρονιακή οκτάδα. Το ζεύγος ηλεκτρονίων που περισσεύει τοποθετείται στο κεντρικό άτομο (S). Όμως, αυτό δεν του εξασφαλίζει την ηλεκτρονιακή οκτάδα, γι' αυτό δοκιμάζουμε διπλό δεσμό. Τελικά, ο ηλεκτρονικός τύπος κατά Lewis του SO₂ είναι:



Εφαρμογές

Να γραφούν οι ηλεκτρονιακοί τύποι κατά Lewis των ενώσεων: HBrO , SF_6 , SO_3 , HNO_3 .

Σχήματα μορίων - Θεωρία VSEPR (βέσπερ)

Ο ηλεκτρονιακός τύπος κατά Lewis του H_2O μπορεί να γραφεί:



Και οι τρεις αυτοί τύποι είναι σωστοί, γιατί στον τύπο του Lewis δεν καθορίζεται η γωνία μεταξύ των ατόμων, δηλαδή δεν περιγράφεται το σχήμα του μορίου. Η γεωμετρία

των μορίων, δηλαδή η διευθέτηση των ατόμων γύρω από το κεντρικό άτομο, καθορίζεται με μια σειρά από κανόνες που προκύπτουν από τη θεωρία απώσεως ηλεκτρονικών ζευγών της στιβάδας σθένους VSEPR (Valence, Shell, Electron, Pair, Repulsion). Η βασική ιδέα αυτής της θεωρίας είναι ότι τα ζεύγη ηλεκτρονίων γύρω από ένα άτομο απωθούνται και παίρνουν θέση στο χώρο, ώστε να βρίσκονται όσο το δυνατόν πιο μακριά το ένα με το άλλο. Κατ' ανάλογο τρόπο απωθούνται οι τετράδες ηλεκτρονίων των διπλών δεσμών, οι εξάδες των τριπλών δεσμών και τα μη δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων. Σύμφωνα με τη θεωρία VSEPR, η γεωμετρία των μορίων καθορίζεται με βάση μια σειρά πρακτικών κανόνων:

Όταν το κεντρικό άτομο ενός μορίου έχει δύο ζεύγη ηλεκτρονίων, τότε το μόριο είναι γραμμικό, δηλαδή τα δύο ζεύγη ηλεκτρονίων διατάσσονται ευθύγραμμα.

Παράδειγμα έχουμε το μόριο BeCl_2 . Τα δύο ζεύγη ηλεκτρονίων του Be απομακρύνονται όσο το δυνατόν μεταξύ τους σχηματίζοντας γωνία 180° . Συνεπώς, το μόριο του BeCl_2 είναι γραμμικό.

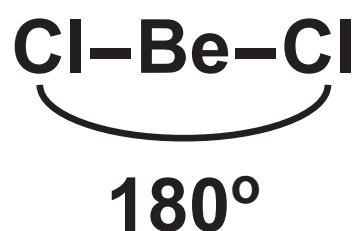
μοριακός τύπος



τύπος κατά Lewis



γεωμετρικό σχήμα

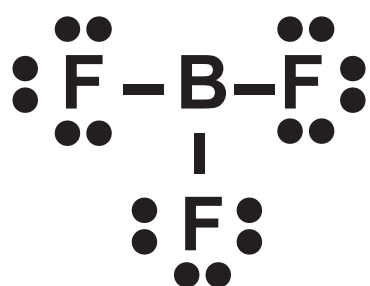


Όταν το κεντρικό άτομο ενός μορίου έχει τρία ζεύγη ηλεκτρονίων, τότε το μόριο είναι επίπεδο, καθώς τα τρία ζεύγη ηλεκτρονίων διατάσσονται τριγωνικά γύρω από το άτομο.

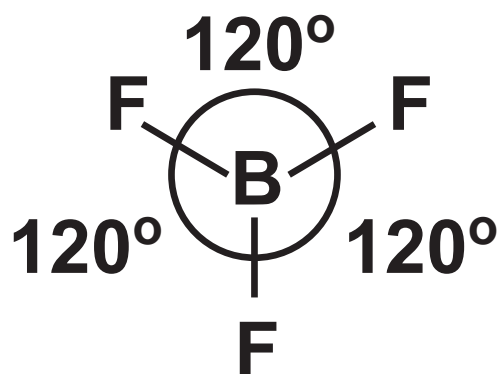
Π.χ. το άτομο του B στο BF_3 διαθέτει 3 ζεύγη ηλεκτρονίων, τα οποία διατάσσονται σ' ένα επίπεδο και σχηματίζουν μεταξύ τους γωνίες 120° .

μοριακός τύπος
 BF_3

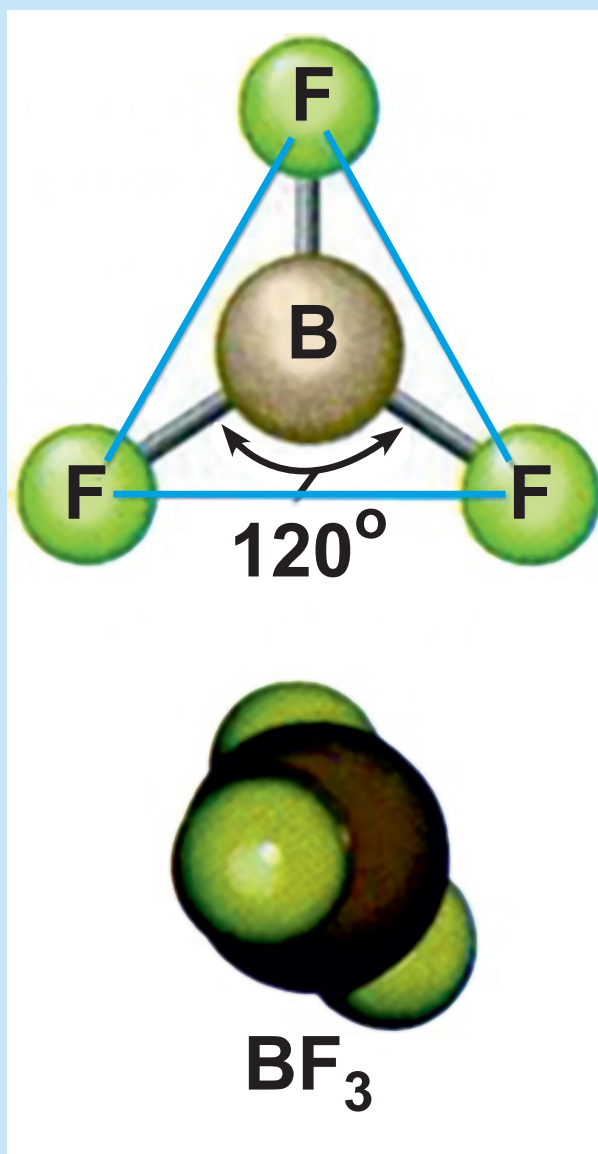
τύπος κατά Lewis



γεωμετρικό σχήμα



Όταν το κεντρικό άτομο έχει τέσσερα ζεύγη ηλεκτρονίων, τότε το μόριο είναι τετράεδρο, δηλαδή τα τέσσερα ζεύγη ηλεκτρονίων διατάσσονται τετραεδρικά γύρω από το άτομο.

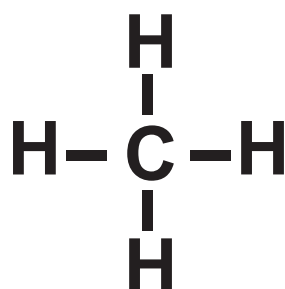


Τα μοριακά πρότυπα (μοντέλα) σε ανεπτυγμένη ή συμπαγή μορφή πολλές φορές χρησιμοποιούνται για την παράσταση μοριακών ενώσεων, όπως του BF_3 που εικονίζεται παραπάνω.

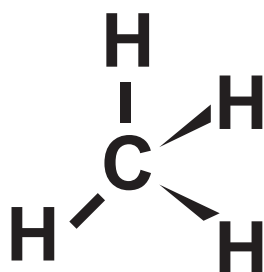
Π.χ. το άτομο του C στο μόριο του CH_4 διαθέτει τέσσερα ζεύγη ηλεκτρονίων τα οποία διατάσσονται σε σχήμα κανονικού τετραέδρου. Η δε γωνία που σχηματίζουν οι δεσμοί μεταξύ τους είναι $109,5^\circ$.

μοριακός τύπος
 CH_4

τύπος κατά Lewis

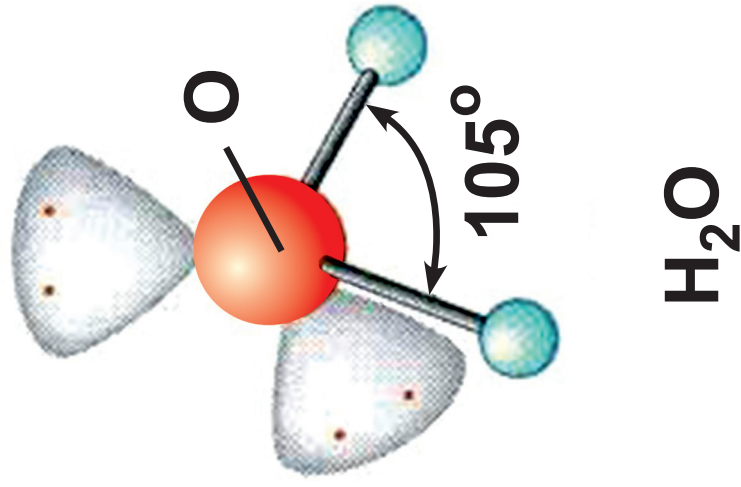
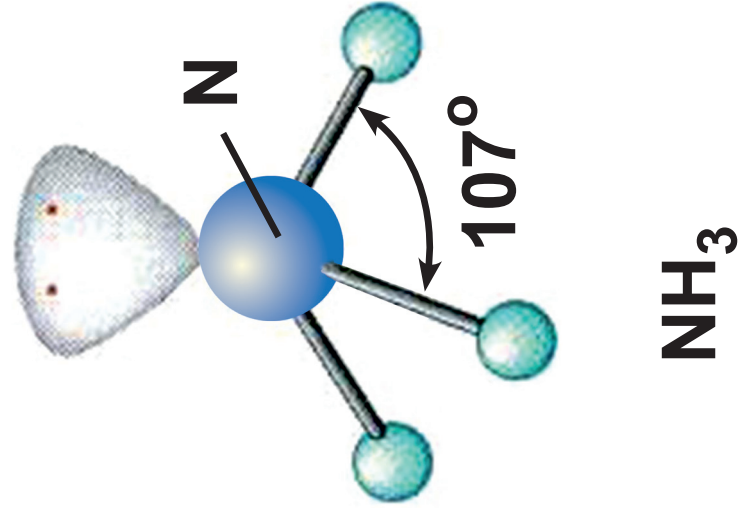
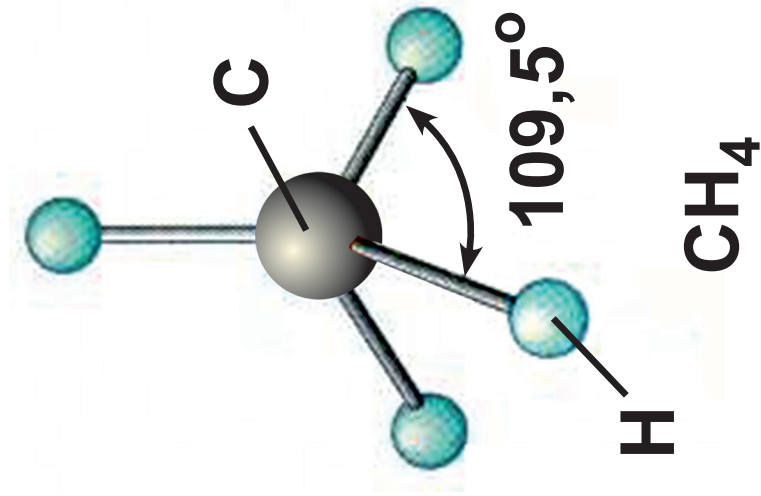


γεωμετρικό σχήμα



Αποκλίσεις από τα κανονικά σχήματα

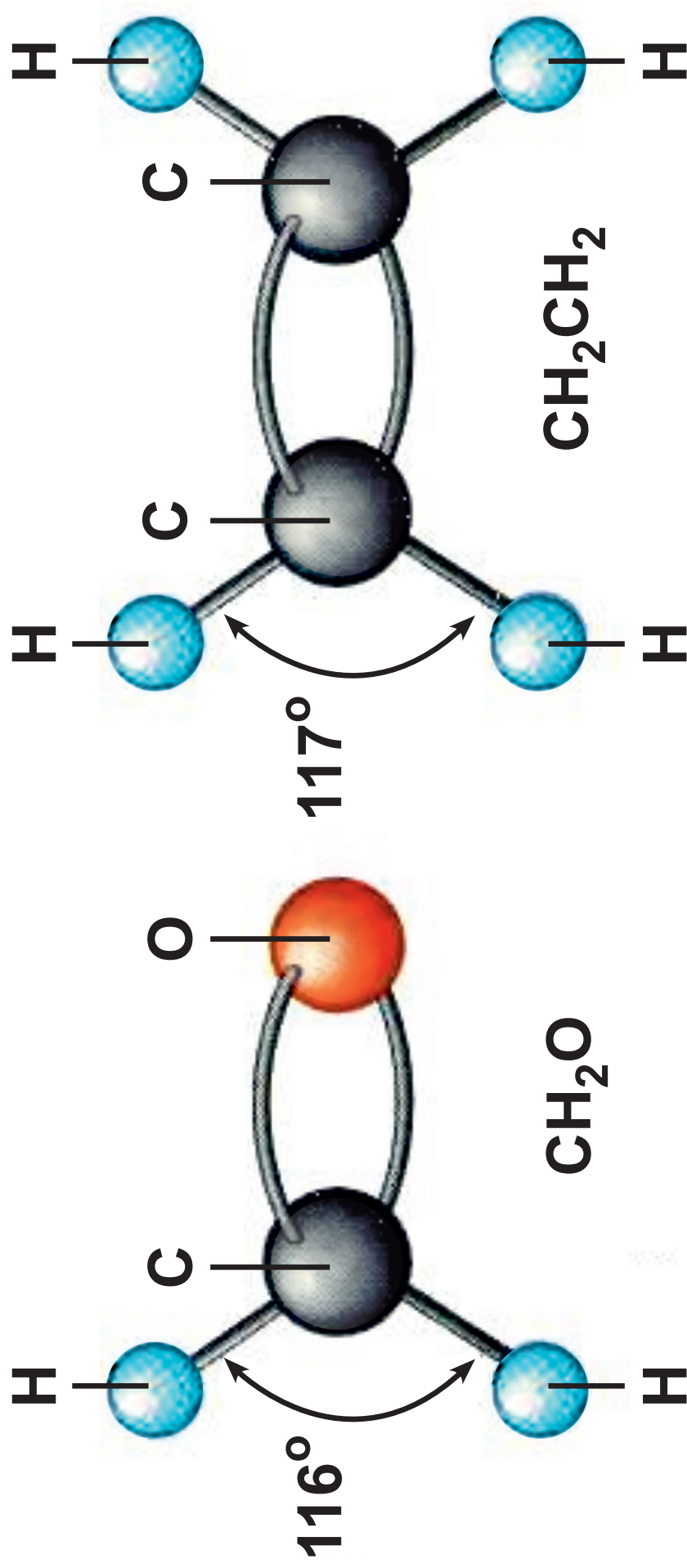
Τα πράγματα, όμως, περιπλέκονται όταν το κεντρικό άτομο διαθέτει και μη δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων. Αυτό συμβαίνει επειδή τα μη δεσμικά ζεύγη απωθούν περισσότερο, καταλαμβάνουν δηλαδή πιο πολύ χώρο απ' ό,τι τα δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων. Έτσι, έχουμε αποκλίσεις από τα κανονικά σχήματα. Ενδεικτικά αναφέρουμε τη γεωμετρία του μορίου του H_2O και της NH_3 σε συσχετισμό με αυτή του CH_4 , όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



39 / 232

ΣΧΗΜΑ 6.11 Αποκλίσεις από την κανονική τετραεδρική δομή, λόγω της παρουσίας των μη δεσμικών ζευγών ηλεκτρονίων.

Επίσης οι πολλαπλοί δεσμοί, λόγω του μεγαλύτερου ηλεκτρονιακού φορτίου τους, απωθούν περισσότερο, καταλαμβάνουν δηλαδή πιο πολύ χώρο απ' ό,τι οι απλοί. Αυτό παρουσιάζεται σχηματικά παρακάτω μ' ένα παράδειγμα.



ΣΧΗΜΑ 6.12 Αποκλίσεις από την κανονική τριγωνική δομή, λόγω της παρουσίας των πολλαπλών δεσμών.

- Στην τρισδιάστατη απεικόνιση η «γεμάτη σφήνα» χρησιμοποιείται για να δείξει δεσμό που είναι μπροστά από το χαρτί και η «διακεκομμένη σφήνα» δείχνει δεσμό που είναι πίσω από το χαρτί.
- Μη δεσμικό ζεύγος ηλεκτρονίων είναι το ζεύγος που ανήκει μόνο σε ένα άτομο.

Συνοψίζοντας, η πρόβλεψη του σχήματος ενός μορίου με βάση τη θεωρία VSEPR ακολουθεί τα παρακάτω βήματα:

1. Γράφουμε τον ηλεκτρονιακό τύπο κατά Lewis.
2. Μετράμε το συνολικό αριθμό δεσμικών και μη δεσμικών ζευγών ηλεκτρονίων του κεντρικού ατόμου.
3. Με βάση τους κανόνες της θεωρίας VSEPR, βρίσκουμε τη γεωμετρική διάταξη των ζευγών ηλεκτρονίων γύρω από το κεντρικό άτομο.
4. Τέλος, δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι τα μη δεσμικά ζεύγη καθώς και οι πολλαπλοί δεσμοί καταλαμβάνουν περισσότερο χώρο απ' ό,τι τα δεσμικά και απλοί δεσμοί, αντίστοιχα.

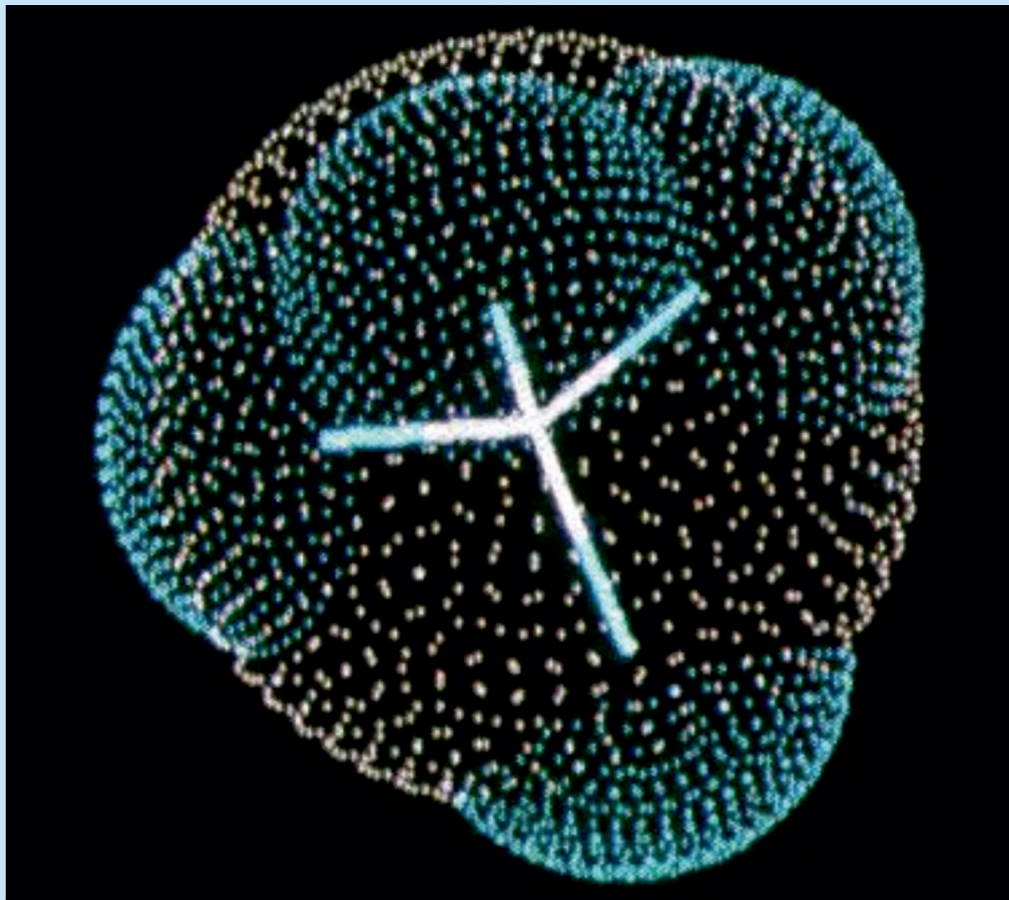
Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται τα σχήματα μορίων που προβλέπονται από τον τύπο Lewis και

τους κανόνες της θεωρίας VSEPR.

Εφαρμογή

Να βρείτε τον ηλεκτρονιακό τύπο κατά Lewis καθώς και τη γεωμετρία των μορίων:

α. BeI_2 β. BBr_3 γ. CCl_4
δ. CS_2 ε. PH_3 .



Μοριακό μοντέλο του μεθανίου: απεικόνιση μέσω υπολογιστή. Παρουσιάζεται η τετραεδρική κατανομή των δεσμών (δεσμικών ηλεκτρονίων), καθώς και η κατανομή των μη δεσμικών ηλεκτρονίων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.9 Γεωμετρία μορίων με βάση τις αρχές της θεωρίας VSEPR

ΖΕΥΓΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΩΝ ΜΕ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΖΕΥΓΩΝ		
Συνολικά	Δεσμικά	Μη δεσμικά
2	2	0

ΜΟΡΙΑΚΗ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ



ΖΕΥΓΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΩΝ ΜΕ ΕΠΙΠΕΔΗ ΤΡΙΓΩΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΖΕΥΓΩΝ

Συνολικά

Δεσμικά

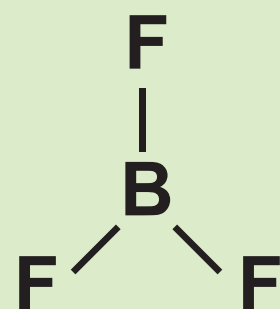
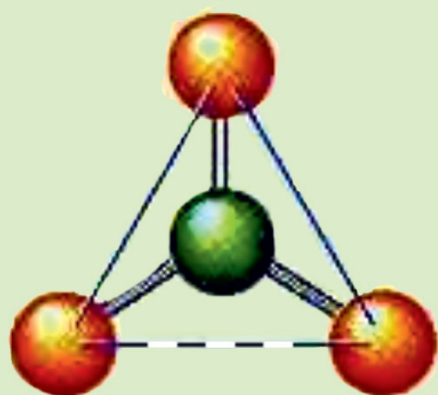
Μη
δεσμικά

3

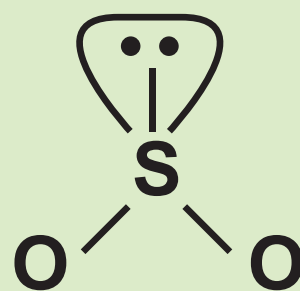
{ 3
0 }
2 1 }

ΜΟΡΙΑΚΗ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ



Μη
δεσμικό
ζεύγος e



ΖΕΥΓΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΩΝ ΜΕ ΤΕΤΡΑΕΔΡΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΖΕΥΓΩΝ

Συνολικά

Δεσμικά

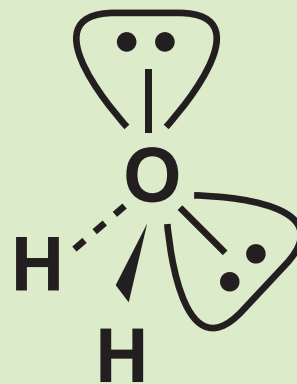
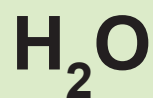
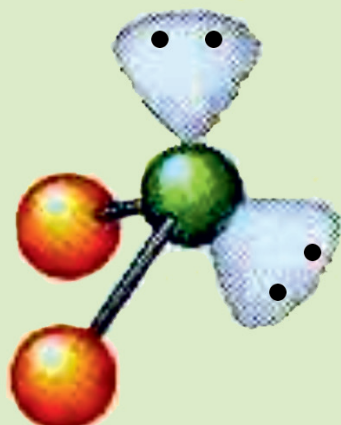
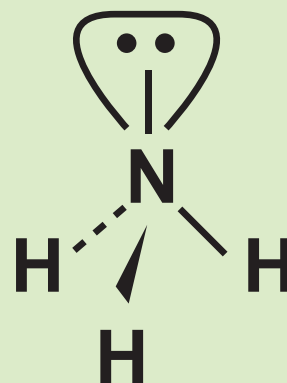
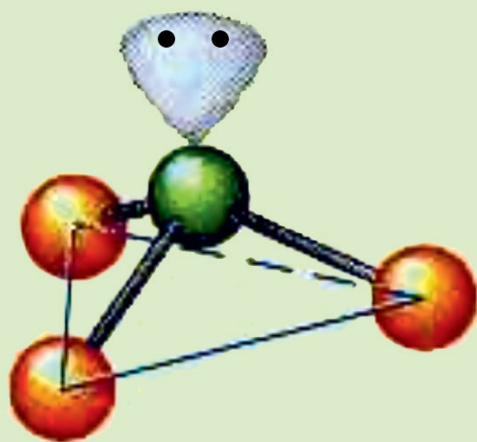
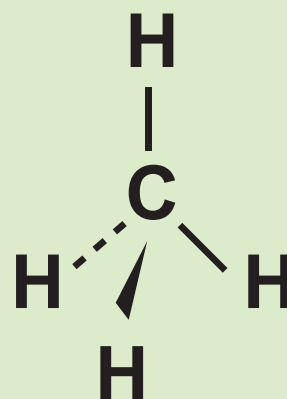
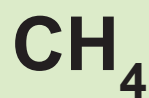
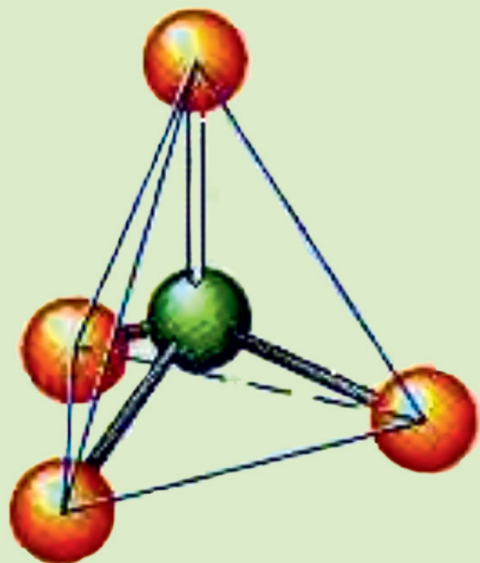
Μη
δεσμικά

4

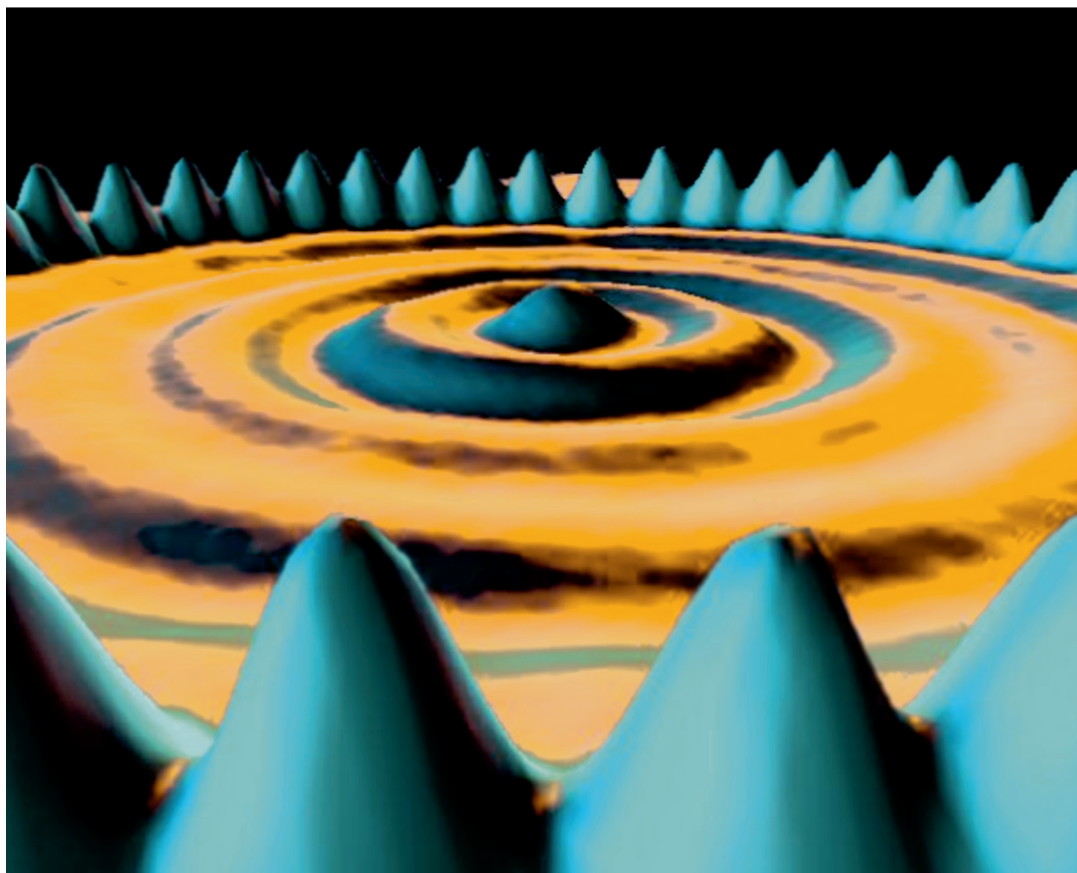
$$\left. \begin{array}{c} 4 \\ 3 \\ 2 \end{array} \right\} \left. \begin{array}{c} 0 \\ 1 \\ 2 \end{array} \right\}$$

ΜΟΡΙΑΚΗ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ



Γνωρίζεις ότι...



**Μικροσκόπιο Σάρωσης
Σήραγγας (STM) σε δείγμα
ατόμων σιδήρου.**

Μικροσκόπιο Σάρωσης Σήραγγας (STM)

Η Κβαντομηχανική είναι μια θεωρία που θεμελιώθηκε από τους De Broglie, Heisenberg και Schrödinger την περίοδο 1924 - 1927. Είναι μια θεωρία που περιγράφει τη συμπεριφορά της ύλης σε όλες τις λεπτομέρειές της και, συγκεκριμένα, όσα συμβαίνουν σε ατομική κλίμακα. Τα πράγματα σε πολύ μικρή κλίμακα συμπεριφέρονται κατά τρόπο που δε θυμίζουν σε τίποτα κάτι από την άμεση εμπειρία μας. Το άτομο δείχνει μια αραχνοϋφαντη οντότητα, περισσότερο χώρος παρά ουσία. Όλη του η μάζα

είναι συγκεντρωμένη σ' ένα μικροσκοπικό κεντρικό πυρήνα. Έξω από τον πυρήνα, στο χώρο που κατοικείται με ηλεκτρόνια, εκεί όπου συντελείται η χημική δράση των ατόμων, βλέπουμε... Η ακαταμάχητη εικόνα που οι περισσότεροι κρατούν είναι ότι τα μικροσκοπικά ηλεκτρόνια που διαγράφουν τροχιές γύρω από τον πυρήνα, όπως οι πλανήτες γύρω από τον ήλιο. Δηλαδή το ηλεκτρόνιο συμπεριφέρεται σαν σωματίδιο. Όμως, τα πράγματα δεν είναι έτσι. Το ηλεκτρόνιο είναι κύμα, σαν πεταλούδα που κινείται εδώ και εκεί σ' ένα απέραντο χώρο, χωρίς να γνωρίζουμε επακριβώς τη θέση του, μόνο την πιθανότητα να

βρεθεί κάπου γνωρίζουμε. Για την ακρίβεια όμως το ηλεκτρόνιο είναι και τα δύο και σωματίδιο και κύμα, «κυματοσωματίδιο» δηλαδή ή όπως αλλιώς θέλετε να το πούμε.

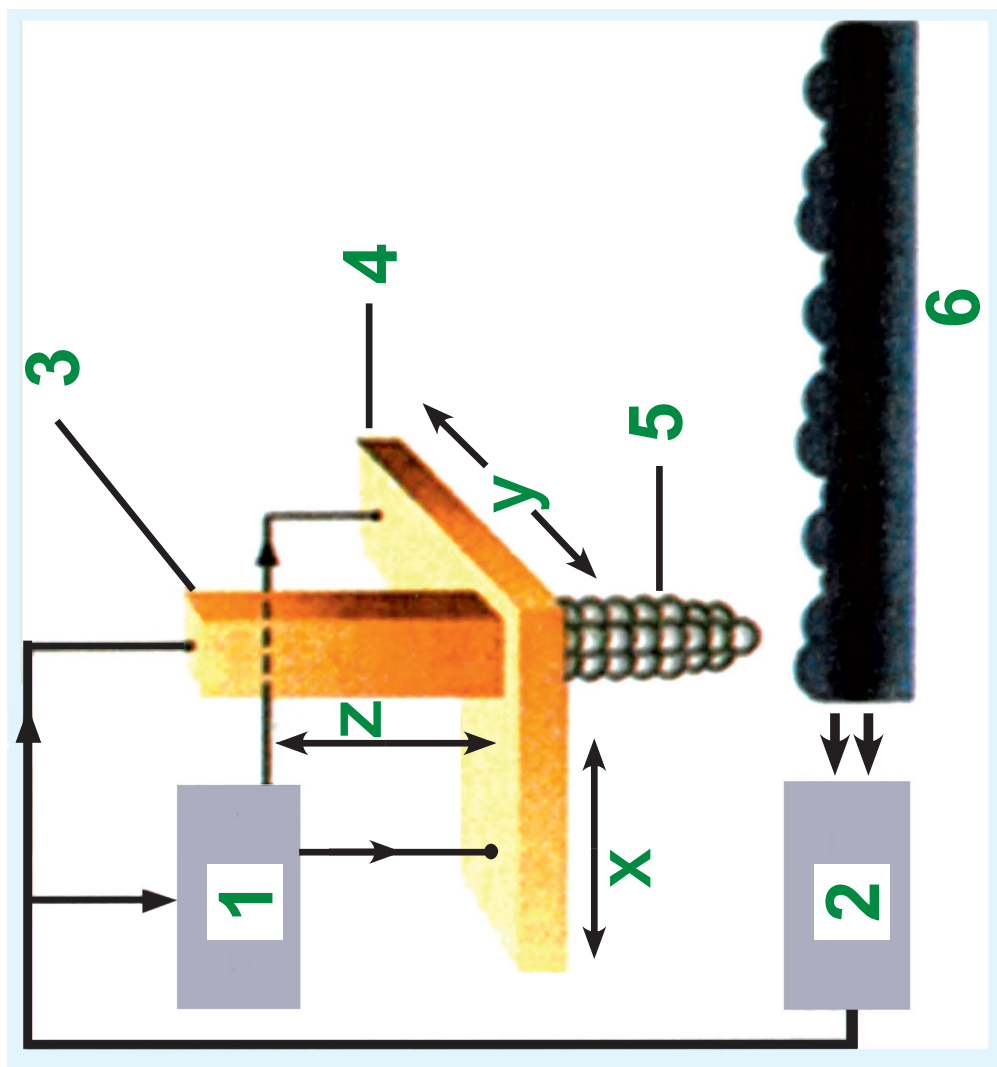
Αυτή η ατομική συμπεριφορά είναι εντελώς διαφορετική απ' αυτή της καθημερινής μας εμπειρίας και είναι αρκετά δύσκολο να εξοικειωθεί κανείς μαζί της. Μοιάζει παράξενη και μυστηριώδης σε όλους, τόσο στους αρχάριους όσο και στους πεπειραμένους. Ακόμη και οι ειδικοί δεν την έχουν κατανοήσει στο βαθμό που θα ήθελαν - γεγονός απολύτως λογικό, εφόσον η άμεση ανθρώπινη εμπειρία, αλλά

και ανθρώπινη διαίσθηση, συσχετίζονται με αντικείμενα μεγαλύτερου μεγέθους. Γνωρίζουμε πώς συμπεριφέρονται τα μεγάλα αντικείμενα, αλλά τα πράγματα σε μικρή κλίμακα δε δρουν με τον ίδιο τρόπο. Επομένως, θα μάθουμε γι' αυτά μ' έναν κάπως αφηρημένο ή επινοητικό τρόπο, και όχι σχετίζοντάς τα με την άμεση εμπειρία μας. Σ' αυτή την κατεύθυνση κινήθηκαν και τα βραβεία Νόμπελ φυσικής και χημείας 1998 που απονεμήθηκαν σε ανθρώπους που βοήθησαν την επιστήμη να διεισδύσει ακόμα περισσότερο στη συμπεριφορά των απειροελάχιστων σωματιδίων της ύλης, των ηλεκτρονίων. Εδώ όμως θα σταθούμε

σε μια σχετικά νέα τεχνική που ανακαλύφθηκε το 1981 από τους Binnig και Rohrer στα εργαστήρια της IBM της Ζυρίχης (βραβείο Νόμπελ 1986) και που φέρει το όνομα Μικροσκόπιο Σάρωσης Σήραγγας (STM-Scanning Tunneling Microscope). Έτσι, πραγματοποιήθηκε το όνειρο πολλών δεκαετιών και άνοιξε ο δρόμος για την απεικόνιση των ατόμων ή μορίων. Η αρχή λειτουργίας του STM στηρίζεται στις αρχές της κβαντομηχανικής. Ας πάρουμε δύο άτομα υδρογόνου δίπλα - δίπλα το ένα στο άλλο. Ας ονομάσουμε Α το ένα και Β το άλλο. Τότε το ηλεκτρόνιο του ενός ατόμου Α έχει

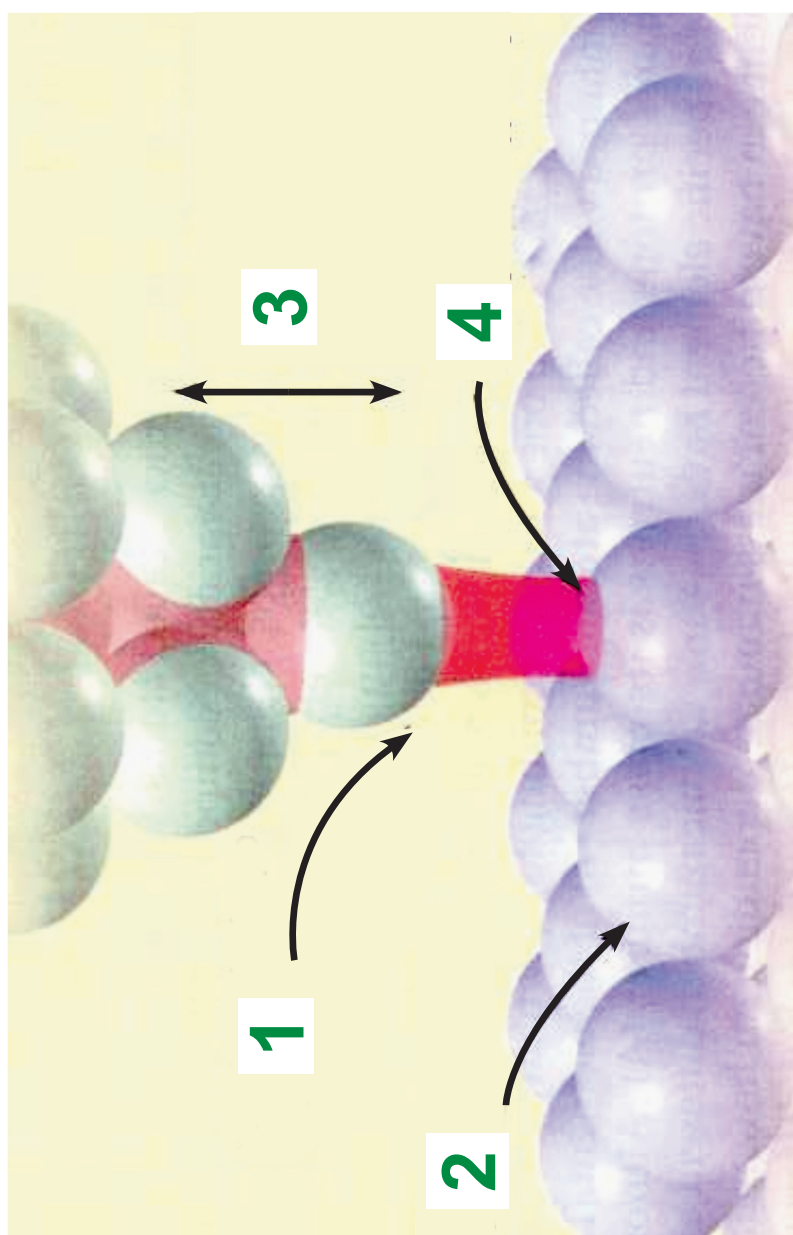
κάποια πιθανότητα (όχι μεγάλη) να βρεθεί, σύμφωνα με τις αρχές της κβαντομηχανικής, στο χώρο του άλλου ατόμου Β. Δηλαδή με άλλα λόγια, ηλεκτρόνια μπορούν να ρέουν μέσω «σήραγγας» από το ένα άτομο στο άλλο. Το μικροσκόπιο σάρωσης σήραγγας (STM), όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα, αποτελείται από μια ακίδα (probe) βολφραμίου που βρίσκεται εξαιρετικά κοντά στο δείγμα ατόμων που θέλουμε να απεικονίσουμε. Η αιχμή αυτή της ακίδας, που είναι 1 - 2 άτομα, προσεγγίζει με ακρίβεια το δείγμα σε απόσταση ατομικής ακτίνας (10^{-8} cm). Τότε τα ηλεκτρόνια ρέουν από την

**ακίδα στο δείγμα ή αντίστροφα,
όπως φαίνεται στο σχήμα,
παράγοντας μικρή ποσότητα
ρεύματος.**



- α. 1.** Υπολογιστής
- 2.** Δεδομένα κίνησης
- 3.** έλεγχος κίνησης της ακίδας πάνω και κάτω
- 4.** έλεγχος κίνησης της ακίδας στις διευθύνσεις x και y
- 5.** ακίδα βολφραμίου
- 6.** επιφάνειας δείγματος

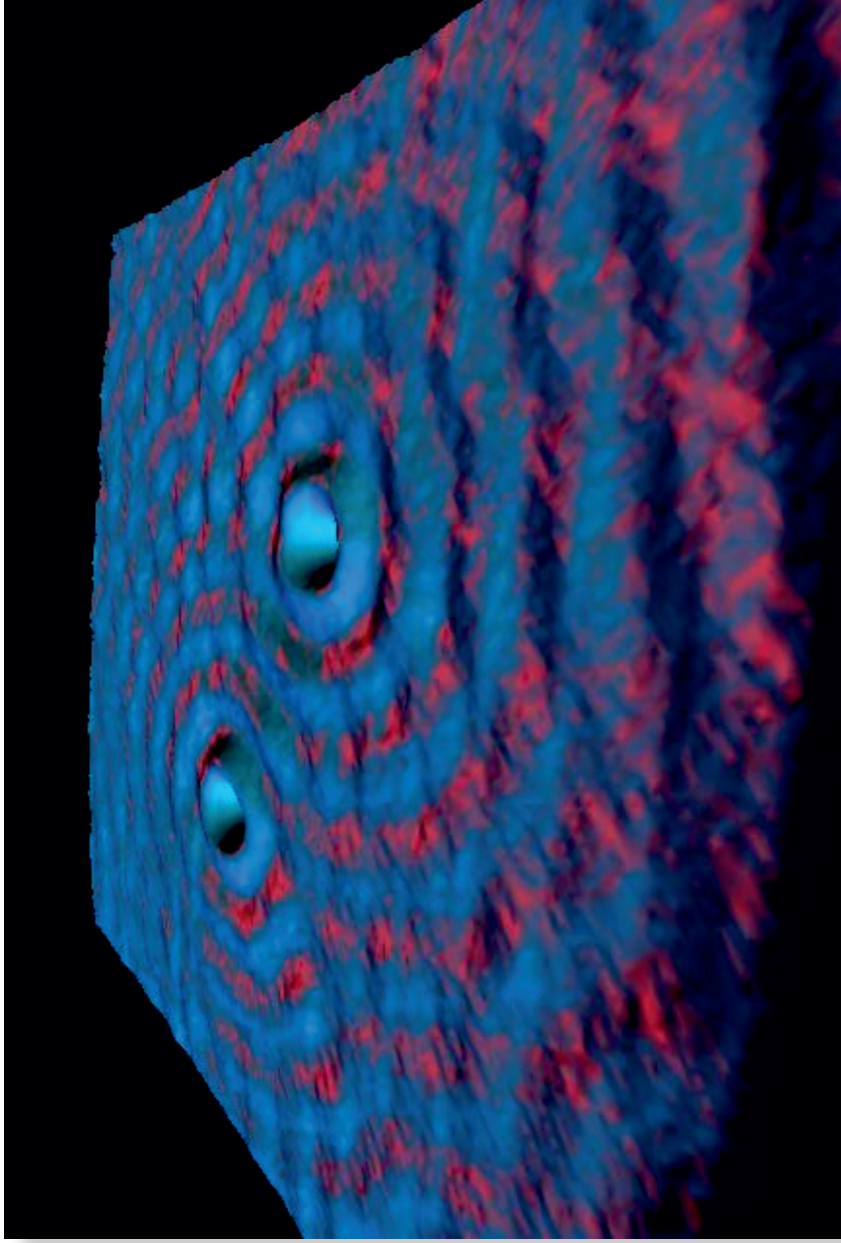
ΣΧΗΜΑ α. Διαγραμματική παρουσίαση του Μικροσκοπίου Σάρωσης Σήραγγας (STM).



β-

- β. 1.** το τελευταίο άτομο της ακίδας
- 2.** επιφανειακά άτομα δείγματος
- 3.** η ακίδα μετακινείται πάνω και κάτω για να διατηρηθεί σταθερό το ρεύμα
- 4.** ροή ρεύματος μεταξύ ακίδας και δείγματος

ΣΧΗΜΑ β. Η «σήραγγα» ηλεκτρονίων που δημιουργείται μεταξύ της ακίδας και δείγματος.



Υ.
ΣΧΗΜΑ Υ. Μικροσκοπιο Σάρωσης Σήραγγας
(STM) σε δείγμα ατόμων χαλκού.

Η ένταση αυτού του ρεύματος επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από την απόσταση ακίδας - δείγματος. Στη συνέχεια η ακίδα σαρώνει την επιφάνεια του δείγματος, μετακινούμενη πάνω - κάτω, δεξιά - αριστερά, ώστε να διατηρείται σταθερή η ένταση ρεύματος. Κατ' αυτό τον τρόπο η ακίδα ακολουθεί το περίγραμμα των καμπυλών των ατόμων του δείγματος. Οι μετακινήσεις αυτές ελέγχονται από έναν υπολογιστή, ο οποίος επεξεργαζόμενος τα δεδομένα δίνει τελικά την τοπογραφική απεικόνιση των ατόμων, με «κοιλιάδες» και «λόφους», στην επιφάνεια του δείγματος.

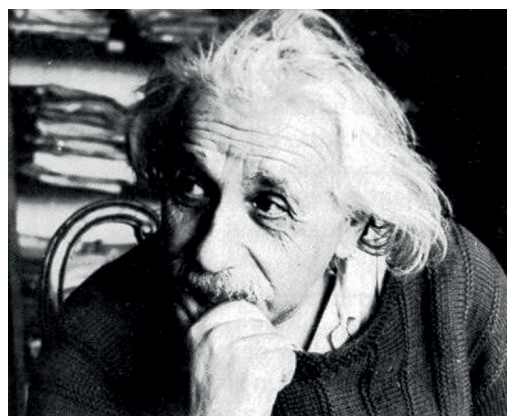
Ο Μ. Crommie ερευνητής της IBM παρατηρώντας με STM τα άτομα μιας χάλκινης επιφάνειας έγραψε: «...παρά το γεγονός ότι όλοι είμαστε θιασώτες της κυματικής θεωρίας του ηλεκτρονίου, μόλις αντικρίσαμε τόσα κύματα στην επιφάνεια του χαλκού, πιστέψαμε ότι το μηχάνημα χάλασε. Αργότερα καταλάβαμε ότι είμαστε μάρτυρες της πιο εντυπωσιακής απεικόνισης των ηλεκτρονίων. Βλέπαμε τα ηλεκτρόνια σαν κύματα. Τα ηλεκτρόνια λόγω της κυματικής τους φύσης, κτυπούν τις προσμίξεις του χαλκού (βλέπε μπλε λακκούβες στο σχήμα), τα δε ανακλώμενα κύματα,

λόγω συμβολής, δημιουργούν στάσιμο κύμα».

Αργότερα η ίδια πειραματική ομάδα πειραματιζόμενη με δείγμα ατόμων σιδήρου, κυκλικά διατεταγμένων σε περιφέρεια διαμέτρου 14 nm σε επιφάνεια χαλκού, πήραν την απεικόνιση που δίνεται στην προηγούμενη σελίδα. Τι πιο εντυπωσιακό! Περίτρανη απόδειξη της κυματικής φύσης του ηλεκτρονίου.

Γνωρίζεις ότι...

Ο Αϊνστάιν και η αβεβαιότητα



«Ο θεός δεν παίζει ζάρια με το σύμπαν» είπε ο Αϊνστάιν. Ήταν ο σύντομος τρόπος που διατύπωσε την αντίρρησή του για την εικόνα του σύμπαντος, που έδινε η αποδοχή της αρχής της αβεβαιότητας του Heisenberg. Το συμπέρασμα της αρχής αυτής είναι ότι το σύμπαν είναι απροσδιόριστο ακόμα και στα πιο βασικά του επίπεδα. Έτσι, μια και υπάρχει αβεβαιότητα στα πιο στοιχειώδη γεγονότα φαινόμενα, καμιά

ακριβής σχέση η οποία να συνδέει το αίτιο με το αποτέλεσμα δεν μπορεί να υπάρξει. Αντίθετα, μάλιστα, σύμφωνα με τα λόγια του De Broglie, η κβαντική φυσική φαίνεται να «κυβερνιέται από στατιστικούς νόμους και όχι από αιτιατούς μηχανισμούς κρυμμένους ή όχι».

Ο Αϊνστάιν δεν μπορούσε ποτέ να δεχθεί αυτό το συμπέρασμα και αυτή του η θέση τον έφερε σε αύξουσα αντιπαράθεση με άλλους φυσικούς με το πέρασμα των χρόνων. Το έτος 1944 ο Αϊνστάιν εξέφρασε την άποψή του αυτή ξεκάθαρα σε μία επιστολή του προς τον M. Born. «Εσύ πιστεύεις», έγραφε, «σε

ένα θεό που παίζει ζάρια και εγώ σε έναν ολοκληρωμένο νόμο και τάξη μέσα σε ένα κόσμο ο οποίος αντικειμενικά υπάρχει και τον οποίο προσπαθώ, μέσα στα όρια των δυνατοτήτων μου, να τον συλλάβω με υπολογισμούς.

Σταθερά πιστεύω και ελπίζω, ότι κάποιος θ' ανακαλύψει έναν πιο ρεαλιστικό τρόπο ή καλύτερα μία πιο απτή βάση από αυτήν που έλαχε σε μένα να κάνω. Ακόμη και οι μεγάλες αρχικές επιτυχίες της κβαντομηχανικής δεν με κάνουν να πιστεύω στο παιχνίδι των ζαριών, παρόλο που φοβάμαι ότι οι νεότεροι συνάδελφοί μας παρουσιάζουν τη

θέση μου αυτή σαν αποτέλεσμα των γηρατειών».

Ο Αϊνστάιν έκανε πολλές προσπάθειες να περιγράψει «νοητικά πειράματα» τα οποία θα έδειχναν, ότι το αίτιο και αιτιατό (αιτία και αποτέλεσμα) υπάρχουν και στο ατομικό και υποατομικό επίπεδο. Ένα νοητικό πείραμα είναι ένα πείραμα που δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί, παρά μόνο το φαντάζεται κανείς, αλλά το οποίο μπορεί να ελέγχει την ορθότητα μιας θεωρίας. Όμως, σε κάθε περίπτωση των προσπαθειών του άλλοι φυσικοί έβρισκαν «ρωγμές», ψεγάδια, στα νοητικά του πειράματα. Έτσι, η αρχή της αβεβαιότητας

επεκράτησε.

Η άποψη του Αϊνστάιν αναδεικνύεται και από μια άλλη δήλωση την οποία έκανε όταν άκουσε για κάποιο πείραμα το οποίο θα στόχευε στην κατάρριψη της θεωρίας της σχετικότητας. «Ο θεός», είπε, «είναι πανούργος αλλά δεν είναι μοχθηρός».

Πέρα όμως από αυτά, η κβαντομηχανική και η αρχή της αβεβαιότητας παραμένουν σαν οι ακρογωνιαίοι λίθοι της σύγχρονης φυσικής. Αν ο κόσμος του Αϊνστάιν στο θέμα αυτό είναι ορθός αυτό θα συμβαίνει σε κάποιο βαθύτερο επίπεδο στο οποίο ακόμα δεν έχουμε φτάσει....



Heisenberg



**«Ο θεός δεν παίζει ζάρια;
Εγώ όχι μόνο πιστεύω ότι
παίζει, αλλά ότι δεν ξέρει
και που τα ρίχνει»
Steven Hawking**

Ανακεφαλαίωση

- 1.** Σήμερα, δε θεωρούμε ότι ένα ηλεκτρόνιο κινείται σε μια ορισμένη τροχιά γύρω από τον πυρήνα. Στην κβαντομηχανική δε μιλάμε για τη θέση ενός ηλεκτρονίου, αλλά για την πιθανότητα να βρίσκεται σε μια ορισμένη θέση.
- 2.** Η επίλυση της εξίσωσης Schrödinger οδηγεί στις κυματοσυναρτήσεις ψ , οι οποίες περιγράφουν την κατάσταση του ηλεκτρονίου και ονομάζονται ατομικά τροχιακά. Το ψ^2 προσδιορίζει την περιοχή του χώρου γύρω από τον πυρήνα στον οποίο είναι πιθανό να βρεθεί ένα ηλεκτρόνιο. Η πιο συνηθισμένη

απεικόνιση του ψ^2 είναι οι ορι-
ακές καμπύλες. Το περίγραμμα
των καμπυλών αυτών περικλεί-
ει το χώρο όπου ένα ηλεκτρόνιο
βρίσκεται τον περισσότερο χρό-
νο (90-99%).

3. Οι 4 κβαντικοί αριθμοί περιγρά-
φουν την κατάσταση ενός ηλε-
κτρονίου στο άτομο.

- Ο κύριος κβαντικός αριθμός,
 $n = 1, 2, 3\dots$, καθορίζει το μέγε-
θος του ηλεκτρονιακού νέφους
(τροχιακού) και συσχετίζεται με
την έλξη πυρήνα - ηλεκτρονίου.
Τροχιακά με τον ίδιο κύριο κβα-
ντικό αριθμό συγκροτούν τη στι-
βάδα ή φλοιό.

- Ο δευτερεύων ή αζιμουθιακός, $l = 0, 1, 2, \dots, (n - 1)$, καθορίζει το σχήμα του ηλεκτρονιακού νέφους (τροχιακού) και συσχετίζεται με την διηλεκτρονιακή άπωση. Ατομικά τροχιακά που έχουν το ίδιο n και l συγκροτούν την υποστιβάδα ή υποφλοιό.
- Ο μαγνητικός κβαντικός αριθμός, $m_l = -l, \dots, 0, \dots, +l$, καθορίζει τον προσανατολισμό του ηλεκτρονιακού νέφους σε σχέση με τους άξονες x, y, z . Σε κάθε τιμή του μαγνητικού κβαντικού αριθμού αντιστοιχεί και ένα τροχιακό.
- Ο μαγνητικός κβαντικός αριθμός του spin $m_s = +\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$, είναι ανεξάρτητος από τις τιμές

των άλλων κβαντικών αριθμών. Ο μαγνητικός κβαντικός αριθμός του s spin καθορίζει την ιδιοπεριστροφή του ηλεκτρονίου. Ηλεκτρόνια που έχουν τους τρεις πρώτους κβαντικούς αριθμούς ίδιους ανήκουν στο ίδιο τροχιακό.

- 4.** Έχουμε ένα μόνο είδος s τροχιακών τα οποία έχουν σφαιρικό σχήμα. Αντίθετα υπάρχουν τρία είδη p τροχιακών που έχουν το σχήμα διπλού λοβού, με διαφορετικό προσανατολισμό το καθένα στο χώρο. Απ' αυτά, το p_x , το p_y και το p_z , προσανατολίζονται αντίστοιχα στους άξονες x , y και z . Τέλος, έχουμε 5 είδη d τροχιακών και 7 είδη f τροχιακών τα

οποία έχουν πολύπλοκα σχήματα.

5. Απαγορευτική αρχή Pauli: «είναι αδύνατον να υπάρχουν στο ίδιο άτομο ηλεκτρόνια με ίδιους όλους τους κβαντικούς αριθμούς». Με βάση αυτή την αρχή προκύπτει ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων που μπορεί να έχει μια υποστιβάδα: $s^2 p^6 d^{10} f^{14}$.

6. Κατά την ηλεκτρονιακή δόμηση ενός πολυηλεκτρονικού ατόμου, τα ηλεκτρόνια οφείλουν να καταλάβουν τροχιακά με τη μικρότερη ενέργεια, ώστε να αποκτήσουν τη μέγιστη σταθερότητα στη θεμελιώδη τους κατάσταση. Αυτή

είναι η αρχή της ελάχιστης ενέργειας.

7. Σύμφωνα με τον κανόνα του Hund: «Ηλεκτρόνια που καταλαμβάνουν τροχιακά της ίδιας ενέργειας (της ίδιας υποστιβάδας) έχουν κατά προτίμηση παράλληλα spin. Μ' αυτό τον τρόπο τα ηλεκτρόνια έχουν το μέγιστο άθροισμα των κβαντικών αριθμών spin».

8. Η αρχή δόμησης (aufbau) των ηλεκτρονίων σ' ένα πολυηλεκτρονικό άτομο στη θεμελιώδη του κατάσταση, είναι ο συνδυασμός της αρχής της ελάχιστης ενέργειας, της απαγορευτικής

αρχής του Pauli και του κανόνα του Hund.

- 9.** Τομέας του περιοδικού πίνακα είναι ένα σύνολο στοιχείων των οποίων τα ηλεκτρόνια σθένους (ηλεκτρόνια με τη μεγαλύτερη ενέργεια) είναι του ίδιου είδους, π.χ. s, p, d, ή f. Ο τομέας s περιλαμβάνει δύο κύριες ομάδες. Ο τομέας p περιλαμβάνει έξι κύριες ομάδες. Ο τομέας d περιλαμβάνει τα στοιχεία μετάπτωσης και έχει 10 ομάδες (δευτερεύουσες). Ο τομέας f περιλαμβάνει τα στοιχεία της σειράς του λανθανίου και της σειράς του ακτινίου.

10. Κατά μήκος μιας περιόδου του περιοδικού πίνακα η ατομική ακτίνα ελαττώνεται από τα αριστερά προς τα δεξιά (όταν το Z αυξάνεται), ενώ η απόλυτη τιμή της ηλεκτρονιοσυγγένειας και η ενέργεια ιοντισμού αυξάνεται. Κατ' αυτό τον τρόπο αυξάνεται η ηλεκτραρνητικότητα και τα στοιχεία αποκτούν εντονότερο χαρακτήρα αμέταλλου.

11. Σε μια ομάδα του περιοδικού πίνακα η ατομική ακτίνα αυξάνεται από πάνω προς κάτω (όταν το Z αυξάνεται), ενώ παράλληλα η απόλυτη τιμή της ηλεκτρονιοσυγγένειας και η ενέργεια ιοντισμού μειώνεται. Κατ' αυτό τον

τρόπο αυξάνεται η ηλεκτροθετικότητα και τα στοιχεία αποκτούν εντονότερο μεταλλικό χαρακτήρα.

12. Οι ηλεκτρονιακοί τύποι κατά Lewis περιγράφουν με ικανοποιητικό τρόπο πώς σχηματίζεται ένα μόριο. Για τη γραφή των ηλεκτρονιακών τύπων ο Lewis εισήγαγε σύμβολα για τα στοιχεία, όπου τα ηλεκτρόνια της τελευταίας στιβάδας (ηλεκτρόνια σθένους) συμβολίζονται με τελείες. Τα ηλεκτρόνια σθένους στη συνέχεια διαμοιράζονται μεταξύ των συνδεόμενων ατόμων με βάση τον κανόνα της οκτάδας. «Τα άτομα αποβάλλουν ή

προσλαμβάνουν ή συνεισφέρουν ηλεκτρόνια προκειμένου να αποκτήσουν δομή ευγενούς αερίου, δηλαδή οκτώ ηλεκτρόνια στην τελευταία τους στιβάδα. Εξαιρείται η στιβάδα K, που συμπληρώνεται με δύο ηλεκτρόνια».

13. Η γεωμετρία των μορίων, δηλαδή η διεύθυνση των ατόμων γύρω από το κεντρικό άτομο, καθορίζεται με βάση τη θεωρία VSEPR. Η βασική ιδέα της θεωρίας αυτής είναι ότι τα ζεύγη των ηλεκτρονίων (δεσμικά και μη δεσμικά) ενός ατόμου απομακρύνονται όσο μπορούν μεταξύ τους, ώστε να καταλαμβάνουν όσο το δυνατόν μεγαλύτερο χώρο.

Λέξεις - κλειδιά

Συνθήκες του Bohr

Αρχή αβεβαιότητας του Heisenberg

Κυματική θεωρία ύλης του De Broglie

Κυματική εξίσωση του Schrödinger

Ατομικό τροχιακό

Κβαντικοί αριθμοί

Απαγορευτική Αρχή του Pauli

Κανόνας του Hund

Τομείς περιοδικού πίνακα

Στοιχεία μετάπτωσης

Ατομική ακτίνα

Ενέργεια ιοντισμού

Ηλεκτρονιοσυγγένεια

Ηλεκτρονιακοί τύποι Lewis

Κανόνας Οκτάδας

Θεωρία VSEPR



Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

Ερωτήσεις επανάληψης

- 1.** Τι είναι τα κβάντα;
- 2.** Ποιες είναι οι δυο συνθήκες του Bohr;
- 3.** Ποια πειραματικά δεδομένα επαληθεύουν τη θεωρία του Bohr και ποια τη διαψεύδουν;
- 4.** Τι είναι θεμελιώδης και τι διεγερμένη κατάσταση ενός ατόμου;
- 5.** Ποια είναι η συμβολή της θεωρίας του de Broglie και της αρχής της αβεβαιότητας του

Heisenberg στην ανάπτυξη της κβαντομηχανικής;

- 6.** Τι μπορούμε να προσδιορίσουμε με βάση την κυματική εξίσωση του Schrödinger και σε ποια άτομα αναφέρεται;
- 7.** Τι είναι το ατομικό τροχιακό και τι σχέση έχει με το ηλεκτρονιακό νέφος;
- 8.** Τι τιμές παίρνει α) ο κύριος κβαντικός αριθμός (n), β) ο αζιμουθιακός κβαντικός αριθμός (l), γ) ο μαγνητικός κβαντικός αριθμός (m_l) και δ) ο κβαντικός αριθμός του spin (m_s); Τι εκφράζει ο καθένας απ' αυτούς;

- 9.** Πόσα τροχιακά s, p, d και f έχει η στιβάδα N ενός ατόμου;
- 10.** Πώς απεικονίζεται το s και πώς το p τροχιακό;
- 11.** Να διατυπώσετε τις αρχές ηλεκτρονιακής δόμησης (aufbau) των ατόμων στη θεμελιώδη τους κατάσταση (απαγορευτική αρχή του Pauli, η αρχή της ελάχιστης ενέργειας, ο κανόνας του Hund).
- 12.** Με ποια σειρά συμπληρώνονται οι υποστιβάδες α) στο άτομο του υδρογόνου και β) σ' ένα πολυηλεκτρονικό άτομο;

- 13.** Τι κοινό έχουν τα στοιχεία που ανήκουν στην ίδια περίοδο και τι αυτά που ανήκουν στην ίδια ομάδα του περιοδικού πίνακα;
- 14.** Τι είναι η περιοδικότητα των στοιχείων και τι αντικατοπτρίζει;
- 15.** Σε πόσους τομείς διαιρείται ο περιοδικός πίνακας και ποιες ομάδες περιλαμβάνει ο καθένας τομέας;
- 16.** Ποιες είναι οι βασικές χαρακτηριστικές ιδιότητες των στοιχείων μεταπτώσεως;
- 17.** Σε ποιο τομέα του περιοδικού πίνακα ανήκουν οι λανθανίδες και οι ακτινίδες;

- 18.** Πώς ορίζεται η πρώτη ενέργεια ιοντισμού και πώς η πρώτη ηλεκτρονιοσυγγένεια ενός στοιχείου;
- 19.** Πώς μεταβάλλεται η ατομική ακτίνα, η πρώτη ενέργεια ιοντισμού και η ηλεκτρονιοσυγγένεια των στοιχείων κατά μήκος μιας κύριας ομάδας και μιας περιόδου στον περιοδικό πίνακα;
- 20.** Τι περιγράφουν οι ηλεκτρονιακοί τύποι του Lewis;
- 21.** Τι αναφέρει ο κανόνας της οκτάδας;
- 22.** Ποια είναι τα βασικά σημεία της θεωρίας VSEPR;

23. Τι σχήμα έχουν τα μόρια των ενώσεων: BeH_2 , BF_3 , CH_4 , NH_3 , H_2O .

Ασκήσεις - Προβλήματα

α. Τροχιακά - Κβαντικοί αριθμοί

24. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας κατά τη μετάβαση ηλεκτρονίου από τη τροχιά $n = 4$ σε $n = 2$ στο άτομο του υδρογόνου. Δίνεται η σταθερά Planck, $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$

$$\lambda = 486,6 \text{ nm}$$

25. Κατά τη διέγερση ατόμου υδρογόνου, ηλεκτρόνιο μεταπηδά από την ενεργειακή στάθμη με $n = 1$ στην ενεργειακή στάθμη με $n = 4$. Ποια από τα παρακάτω δεδομένα είναι σωστά και ποια λάθος;

α. Η ενεργειακή στάθμη με $n = 4$ αποτελεί την πρώτη διεγερμένη κατάσταση του ατόμου του υδρογόνου.

β. Χρειάζεται περισσότερη ενέργεια για να ιοντιστεί ένα διεγερμένο άτομο υδρογόνου από ότι όταν το άτομο είναι στη θεμελιώδη του κατάσταση.

γ. Το ηλεκτρόνιο όταν βρίσκεται σε κατάσταση διέγερσης είναι κατά μέσο όρο πιο μακριά από τον πυρήνα.

δ. Η συχνότητα της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας κατά την μετάπτωση ηλεκτρονίου από $n = 4$ σε $n = 1$ είναι η ίδια με αυτή της ακτινοβολίας που εκπέμπεται κατά την μετάπτωση του ηλεκτρονίου από $n = 4$ σε $n = 2$.

ε. Η συχνότητα της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας κατά την μετάπτωση ηλεκτρονίου από $n = 4$ σε $n = 1$ είναι μεγαλύτερη αυτής που προκύπτει κατά την μετάπτωση ηλεκτρονίου από $n = 4$ σε $n = 2$.

*** 26.** Μερικά γυαλιά ηλίου διαθέτουν ειδικούς φακούς που αλλάζουν χρώμα. Δηλαδή, οι φακοί γίνονται σκουρόχρωμοι, όταν εκτίθενται σε έντονο φως και ανοιχτόχρωμοι, όταν εκτίθενται στη σκιά. Αυτό συμβαίνει επειδή οι φακοί διαθέτουν μικρή ποσότητα AgCl το οποίο διασπάται από το φως σύμφωνα με την αντίδραση:



Ο Ag(s) που σχηματίζεται σκουραίνει το χρώμα του φακού. Απουσία φωτός η αντίστροφη αντίδραση λαμβάνει χώρα. Η ενέργεια που χρειάζεται για να γίνει η παραπάνω αντίδραση είναι 310 kJ mol^{-1} . Με βάση τα παραπάνω δεδομένα να βρείτε

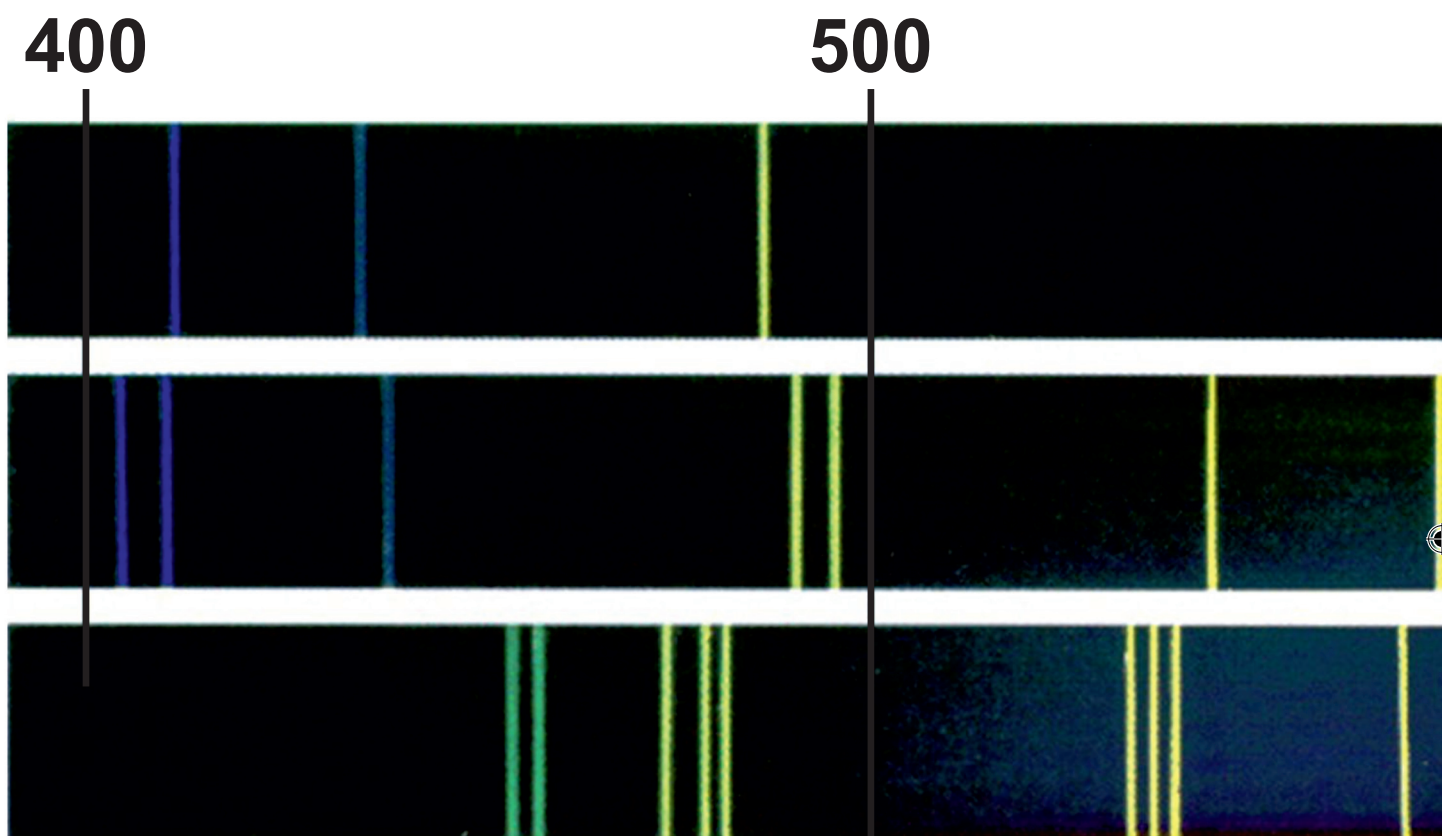
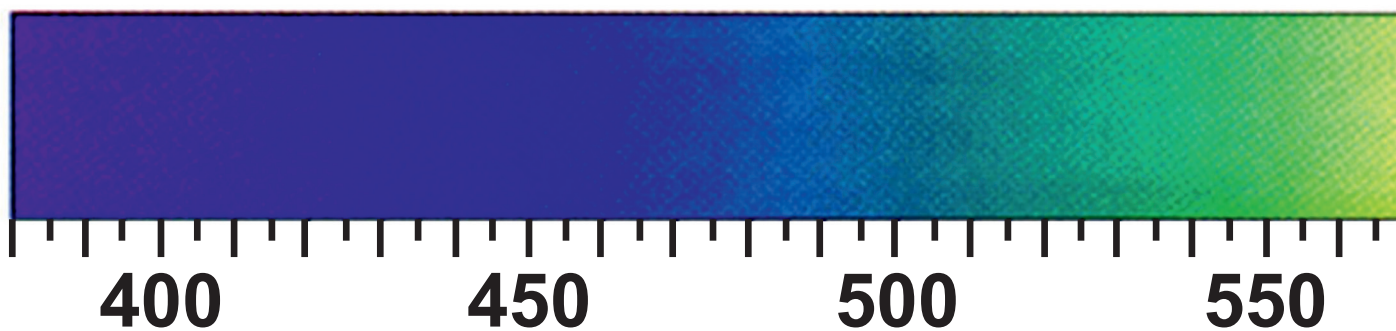
την ελάχιστη συχνότητα ακτινοβολίας, ώστε να γίνει η παραπάνω αντίδραση. Δίνεται η σταθερά Planck, $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$ και $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

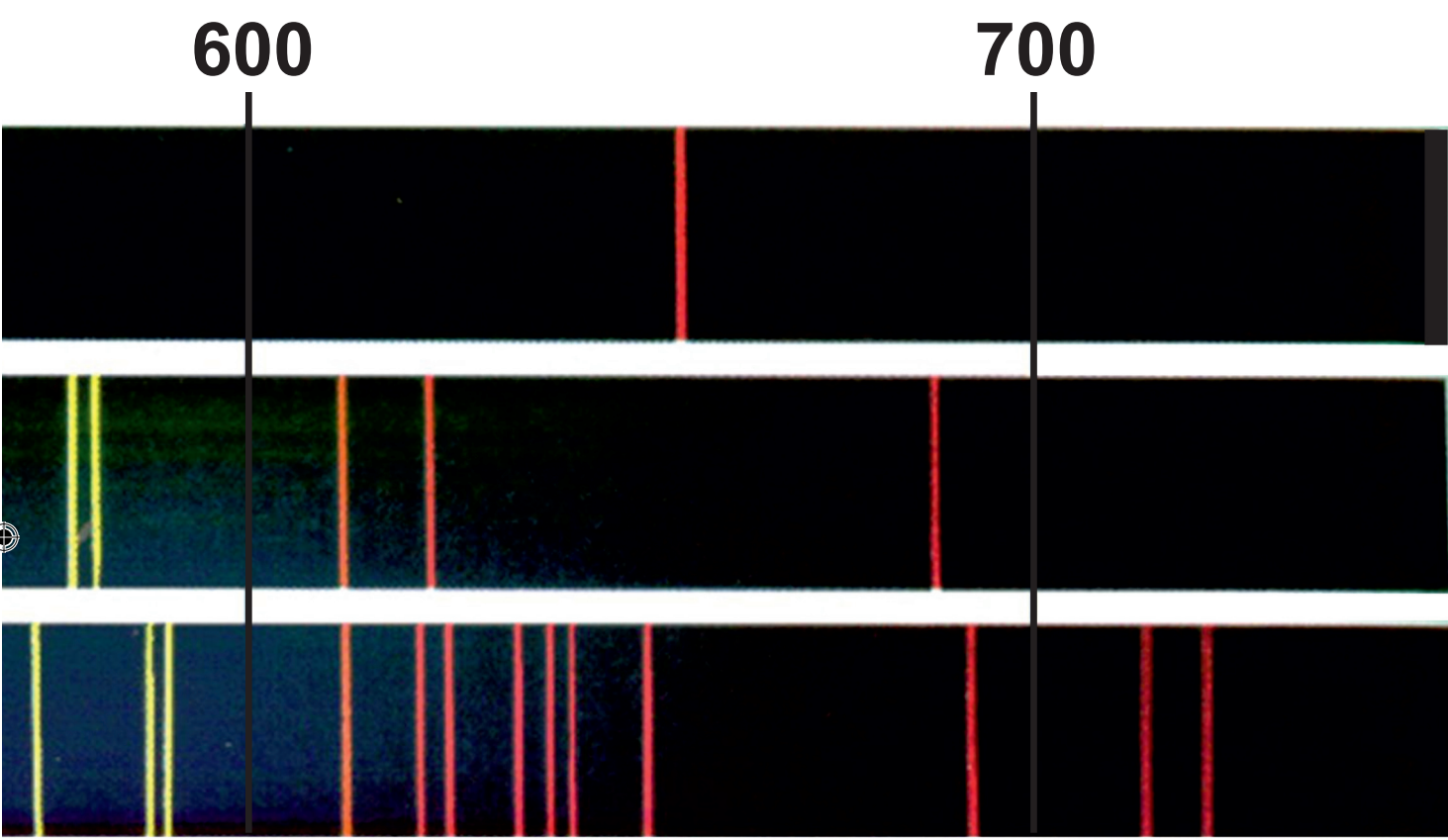
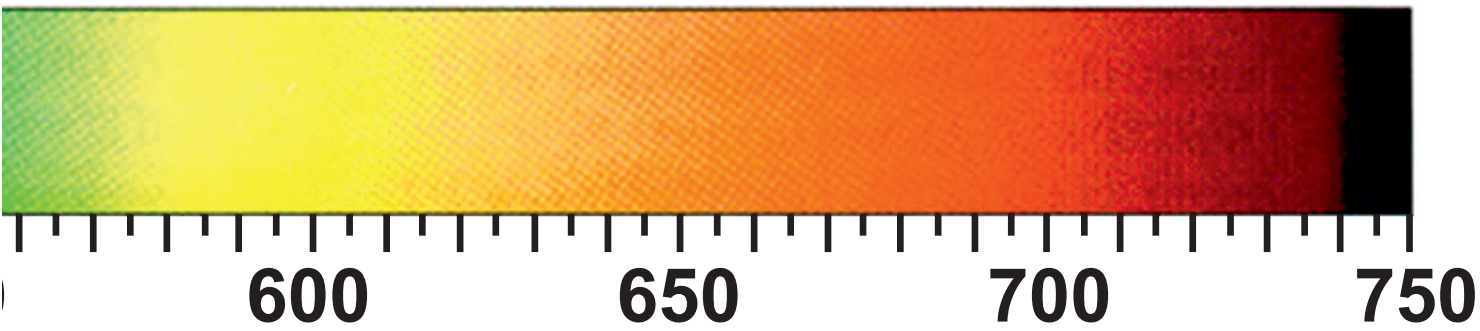
$$7,77 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

27. Ποιο είναι το μήκος κύματος ηλεκτρονίου, που έχει ταχύτητα $6 \cdot 10^6 \text{ m s}^{-1}$; Δίνεται η μάζα του ηλεκτρονίου $9 \cdot 10^{-28} \text{ g}$ και η σταθερά Planck, $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$.

$$1,23 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

28. Ποια από τα παρακάτω φάσματα είναι συνεχή και ποια γραμμικά; Ποιο απ' αυτά αντιστοιχεί στο ατομικό φάσμα εκπομπής του H;





29. Να αντιστοιχίσετε τα ονόματα της πρώτης στήλης με θεωρία (ή εξίσωση) που αναφέρεται στη δεύτερη στήλη, καθώς και με τη φωτογραφία που βρίσκεται παρακάτω.

Bohr	κυματική θεωρίας της ύλης
de Broglie	αρχή της αβεβαιότητας
Heisenberg	κυκλική καθορισμένη τροχιά
Schrödinger	κυματική εξίσωση



30. Να συμπληρώσετε τα κενά στις ακόλουθες προτάσεις:

Ο κύριος κβαντικός αριθμός συμβολίζεται με, παίρνει ακέραιες τιμές και καθορίζει το ΤΟΥ τροχιακού.

Ο αζιμουθιακός κβαντικός αριθμός συμβολίζεται με, παίρνει τιμές και καθορίζει το του ηλεκτρονιακού νέφους.

Ο μαγνητικός κβαντικός αριθμός συμβολίζεται με, παίρνει τιμές και δείχνει σε πιο ανήκει το ηλεκτρόνιο.

Ο μαγνητικός κβαντικός αριθμός του spin συμβολίζεται με, παίρνει τιμές και καθορίζει την ΤΟΥ ηλεκτρονίου.

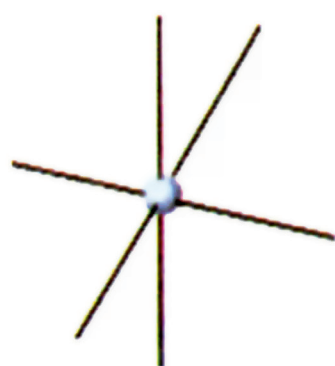
- 31.** Να αιτιολογήσετε ποιες από τις ακόλουθες προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες:
- α. Τα ηλεκτρόνια της ίδιας στιβάδας έχουν και τους 4 κβαντικούς αριθμούς ίδιους.
 - β. Τα ηλεκτρόνια της ίδιας υποστιβάδας έχουν τον ίδιο κύριο κβαντικό αριθμό και τον ίδιο αζιμουθιακό κβαντικό αριθμό.
 - γ. Τα ηλεκτρόνια του ίδιου τροχιακού έχουν τον ίδιο κύριο κβαντικό αριθμό, τον ίδιο αζιμουθιακό κβαντικό αριθμό και τον ίδιο μαγνητικό κβαντικό αριθμό.
 - δ. Τα ηλεκτρόνια του τροχιακού $1s$ έχουν την εξής τετράδα κβαντικών αριθμών $(1, 1, 1, +\frac{1}{2})$.

32. Να αντιστοιχίσετε τις υποστιβάδες της πρώτης στήλης με τις δυάδες των δύο πρώτων κβαντικών αριθμών της δεύτερης στήλης.

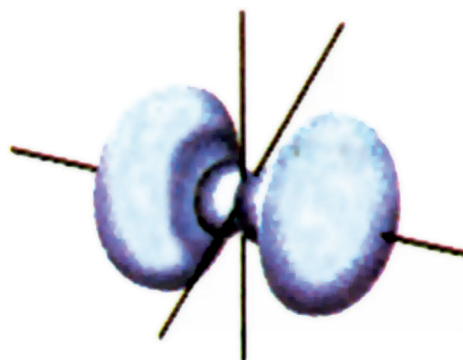
1s	(2,0)
2s	(3,2)
2p	(1,0)
3d	(4,3)
4f	(2,1)
3p	(3,1)

33. Ποια από τα παρακάτω τροχιακά είναι το $1s$, $2s$, $2p_z$, $3p_x$ και $3s$ και να δώσετε τους αντίστοιχους κβαντικούς αριθμούς που τα χαρακτηρίζουν.

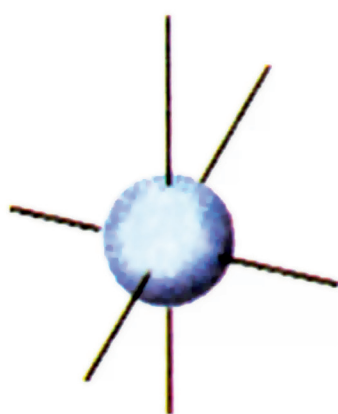
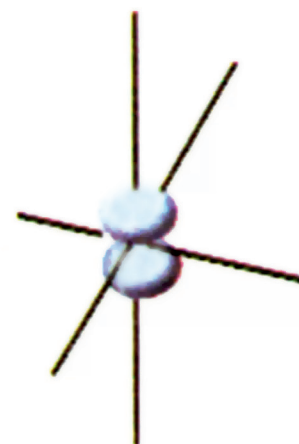
α.



β.



γ.



δ.



ε.

34. Ένα ηλεκτρόνιο που ανήκει στο τροχιακό $3p_x$ μπορεί να έχει την εξής τετράδα κβαντικών αριθμών.

α. $(3, 0, 0, +\frac{1}{2})$

β. $(3, 2, -1, -\frac{1}{2})$

γ. $(3, 3, -1, +\frac{1}{2})$

δ. $(3, 1, 1, +\frac{1}{2})$

35. Ποιες από τις επόμενες τετράδες κβαντικών αριθμών είναι δυνατές και ποιες όχι;

α. $(1, 0, 0, +\frac{1}{2})$

β. $(1, 1, 1, -\frac{1}{2})$

γ. $(2, 0, 0, +\frac{1}{2})$

δ. $(2, 1, -1, +\frac{1}{2})$

ε. $(2, 0, 1, +\frac{1}{2})$

στ. $(3, 2, -2, -\frac{1}{2})$

36. Να δώσετε τα σύμβολα των τροχιακών που καθορίζονται από τα παρακάτω σύνολα κβαντικών αριθμών:

α. $n = 2, l = 1, m_l = -1$

β. $n = 3, l = 0, m_l = 0$

γ. $n = 4, l = 1, m_l = 1$

37. Πόσα τροχιακά υπάρχουν σε καθεμιά από τις παρακάτω υποστιβάδες:

α. 4s β. 4p γ. 6d δ. 5f

38. Να γράψετε τους τέσσερις κβαντικούς αριθμούς καθενός ηλεκτρονίου που αντιστοιχεί σε ένα συμπληρωμένο 3p τροχιακό.

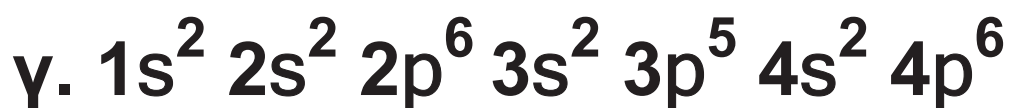
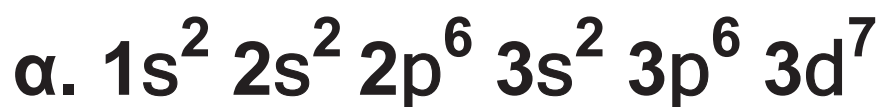
β. Αρχές ηλεκτρονιακής δόμησης

39. Ποια από τις επόμενες ηλεκτρονιακές δομές ανταποκρίνεται στη θεμελιώδη κατάσταση του ${}_{26}\text{Fe}$

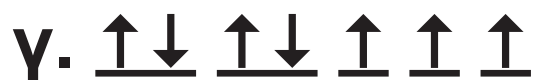


40. Με ποια σειρά θα πληρωθούν τα παρακάτω τροχιακά, σύμφωνα με την αρχή δόμησης (aufbau): 4d, 4f, 5s, 5d, 6s.

41. Ποια είναι σωστή ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου ${}_{25}\text{Mn}$ στη θεμελιώδη του κατάσταση;



42. Ποια από τις παρακάτω ηλεκτρονιακές δομές αναφέρεται στο άτομο ${}_7\text{N}$ στη θεμελιώδη του κατάσταση;

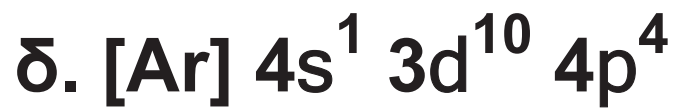


43. Ποια είναι η ηλεκτρονιακή δομή των παρακάτω ατόμων στη θεμελιώδη τους κατάσταση: ${}_5\text{B}$, ${}_{11}\text{Na}$, ${}_{18}\text{Ar}$, ${}_{16}\text{S}$.

44. Ποια είναι η ηλεκτρονιακή δομή των ιόντων: ${}_{20}\text{Ca}^{2+}$, ${}_{19}\text{K}^+$, ${}_{35}\text{Br}^-$. Τι κοινό έχουν οι δομές αυτές;

45. Ορισμένες από τις ηλεκτρονιακές δομές ατόμων που δίνονται αναφέρονται σε διεγερμένη κατάσταση. Να γράψετε τις αντίστοιχες ηλεκτρονιακές δομές στη θεμελιώδη κατάσταση των ατόμων.



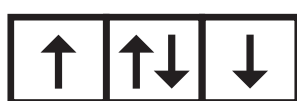


46. Να βρείτε ποια είναι η ηλεκτρονιακή δομή του ${}_6\text{C}$ στη θεμελιώδη του κατάσταση και να αναγράψετε τις τιμές όλων των κβαντικών αριθμών των ηλεκτρονίων του.

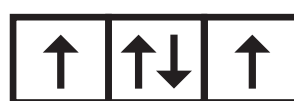
47. Ποιες από τις παρακάτω ηλεκτρονιακές δομές παραβιάζουν την απαγορευτική αρχή του Pauli και ποιες τον κανόνα του Hund;



α.



β.



γ.



δ.



ε.



ζ.

γ. Περιοδικός πίνακας

48. Να γίνει αντιστοίχιση μεταξύ της παλιάς (1η στήλη) και νέας

αρίθμησης (2η στήλη) των ομάδων του περιοδικού πίνακα.

IA	3
IIIB	5
VB	18
VIIIA	1

49. Να γίνει αντιστοίχιση μεταξύ του αριθμού της ομάδας (1η στήλη) και του ονόματος που είναι γραμμένο στη δεύτερη στήλη.

IA	ευγενή αέρια
IIA	αλκάλια
VIIA	αλκαλικές γαίες
VIIIA	αλογόνα

- 50.** Να βρείτε σε ποια περιοχή του περιοδικού πίνακα βρίσκονται:
- α. οι κύριες ομάδες
 - β. τα αλκάλια
 - γ. οι αλκαλικές γαίες
 - δ. οι λανθανίδες
 - ε. τα αλογόνα
 - στ. τα ευγενή αέρια

The image shows a blank periodic table grid. The main grid has 7 rows and 18 columns. The first two rows have gaps at the beginning and end. The first row has 2 cells at the beginning and 2 cells at the end. The second row has 2 cells at the beginning and 6 cells at the end. The remaining five rows are solid blocks of 18 cells each. Below the main grid is a separate grid for the lanthanide series, consisting of 2 rows and 14 columns.

- 51.** Με βάση την ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων τους να βρείτε σε ποια περίοδο και ποιο τομέα ανήκουν τα στοιχεία $_{17}\text{Cl}$, $_{22}\text{Ti}$

(τιτάνιο), ${}_{36}\text{Kr}$ (κρυπτό) και ${}_{58}\text{Ce}$ (δημήτριο).

52. Με βάση την ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων τους να βρείτε ποια από τα επόμενα στοιχεία ${}_{23}\text{V}$, ${}_{27}\text{Co}$, ${}_{31}\text{Ga}$, ${}_{35}\text{Br}$, ${}_{40}\text{Zr}$ ανήκουν στα στοιχεία μετάπτωσης.

*** 53.** Με βάση την ηλεκτρονιακή δομή τους να απαντήσετε ποια από τα επόμενα στοιχεία ${}_{17}\text{A}$, ${}_{24}\text{B}$, ${}_{35}\text{Γ}$, ${}_{56}\text{Δ}$ σχηματίζει έγχρωμες ενώσεις και ποια από τα ${}_{16}\text{Χ}$, ${}_{36}\text{Ψ}$, ${}_{41}\text{Ω}$, ${}_{53}\text{Τ}$ σχηματίζει σύμπλοκα ιόντα;

*** 54. Να κάνετε τις αντιστοιχήσεις:**

Ελαφρά κίτρινο αέριο που
αντιδρά με το νερό N_2

Μεταλλοειδές σκληρό
με υψηλό σ.π. Al

Αέριο, άχρωμο, άοσμο F_2

Μέταλλο πιο δραστικό
από το Fe το οποίο δεν
διαβρώνεται στον αέρα Na

Μαλακό μέταλλο B

55. Να γίνει αντιστοίχιση των στοιχείων της πρώτης στήλης με την ατομική ακτίνα τους που είναι γραμμένη στη δεύτερη στήλη.

Στοιχείο	Ατομική ακτίνα / Å
$_{11}\text{Na}$	2,27
$_{17}\text{Cl}$	1,54
$_{19}\text{K}$	2,48
$_{37}\text{Rb}$	0,99

56. Να συμπληρώσετε τα κενά στις ακόλουθες προτάσεις.

α. Στοιχεία που
εύκολα ηλεκτρόνια βρίσκονται στο κάτω αριστερό μέρος του περιοδικού πίνακα και χαρακτηρίζονται ως πολύ ή με ισχυρό χαρακτήρα.

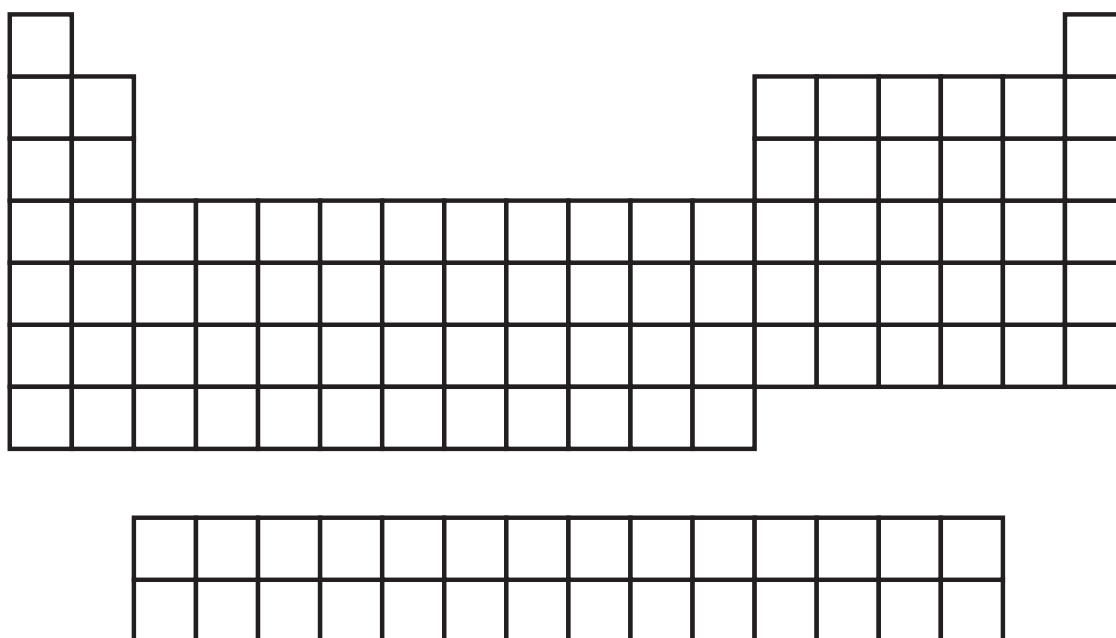
β. Στοιχεία που
εύκολα ηλεκτρόνια βρίσκονται στο δεξιό μέρος του περιοδικού πίνακα και χαρακτηρίζονται ως πολύ ή με ισχυρό χαρακτήρα.

γ. Στα στοιχεία της ίδιας κύριας όταν αυξάνεται ο ατομικός αριθμός ελαττώνεται η ενέργεια ιοντισμού και

το άτομο πιο εύκολα μεταπίπτει σε

δ. Στα στοιχεία της ίδιας όταν αυξάνεται ο ατομικός αριθμός κατά κανόνα αυξάνεται η απόλυτη τιμή της ηλεκτρονιοσυγγένειας. Δηλαδή, τα στοιχεία πιο εύκολα μεταπίπτουν σε

- 57.** Να κυκλώσετε τις περιοχές του περιοδικού πίνακα στις οποίες
- α. τα στοιχεία έχουν τη μικρότερη πρώτη ενέργεια ιοντισμού
 - β. τα στοιχεία έχουν τη μέγιστη ατομική ακτίνα
 - γ. τα στοιχεία έχουν την πιο αρνητική τιμή ηλεκτρονιοσυγγένειας



58. Να αιτιολογήσετε ποιες από τις επόμενες προτάσεις είναι σωστές και ποιες είναι λανθασμένες:

- α. Η ηλεκτρονιοσυγγένεια του ${}_9\text{F}$ είναι κατά απόλυτη τιμή μεγαλύτερη από αυτή του ${}_3\text{Li}$.
- β. Η ηλεκτρονιοσυγγένεια του ${}_{11}\text{Na}$ είναι κατά απόλυτη τιμή μεγαλύτερη από αυτή του ${}_3\text{Li}$.

γ. Η ενέργεια ιοντισμού του $_{19}\text{K}$ είναι μικρότερη από την αντίστοιχη του $_3\text{Li}$.

δ. Η ενέργεια ιοντισμού του $_9\text{F}$ είναι μικρότερη από την αντίστοιχη του $_3\text{Li}$.

59. Τα στοιχεία Rb ($Z = 37$) και Na ($Z = 11$) ανήκουν στην ομάδα των αλκαλίων (IA). Ποιο από τα δύο στοιχεία έχει μικρότερη ατομική ακτίνα, ποιο μικρότερη ενέργεια ιοντισμού και ποιο μεγαλύτερη ηλεκτροθετικότητα και γιατί;

60. Γιατί η δεύτερη ενέργεια ιοντισμού του Li ($Z = 3$) είναι πολύ μεγαλύτερη της αντίστοιχης του Be ($Z = 4$);

61. Να ερμηνεύσετε με βάση την ηλεκτρονιακή τους δομή γιατί η ηλεκτρονιοσυγγένεια του F έχει αρνητική τιμή, ενώ του Ne θετική.

δ. Ηλεκτρονιακοί Τύποι κατά Lewis - Σχήματα μορίων

62. Να γράψετε τα σύμβολα Lewis των παρακάτω στοιχείων: O, Cl, Al, Na, Ca, P, Ne.

63. Να γράψετε τους ηλεκτρονιακούς τύπους κατά Lewis των ιοντικών ενώσεων: Na_2O , MgCl_2 , CaO , AlN και K_2S .

64. Να γράψετε τους ηλεκτρονιακούς τύπους κατά Lewis των ομοιοπολικών ενώσεων: NH_3 , CO_2 , AlCl_3 , $\text{CH}_3\text{-CH}_3$, SBr_6 .

65. Να γράψετε τους ηλεκτρονιακούς τύπους κατά Lewis των παρακάτω ενώσεων:
 HNO_2 , H_2SO_4 , HClO_4 , NH_4ClO_4 ,
 NH_4NO_3 .

**** 66.** Με βάση τα σύμβολα Lewis να προβλέψετε τα προϊόντα των αντιδράσεων:

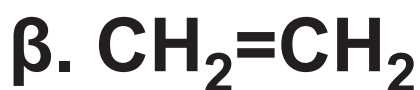


- 67.** Να γράψετε τον ηλεκτρονιακό τύπο κατά Lewis της ομοιοπολικής ένωσης BeH_2 και να περιγράψετε το γεωμετρικό της σχήμα.
- 68.** Να γράψετε τον ηλεκτρονιακό τύπο κατά Lewis του αιθινίου $\text{HC}\equiv\text{CH}$ και να προβλέψετε το γεωμετρικό του σχήμα.
- 69.** Να γράψετε τον τύπο κατά Lewis του CF_4 και να προβλέψετε το γεωμετρικό του σχήμα.
- 70.** Ποιο από τα επόμενα μόρια είναι γραμμικό;
- α. CH_4
 - β. BeCl_2
 - γ. NH_3
 - δ. BCl_3

71. Ποιο από τα επόμενα μόρια είναι επίπεδο;



72. Ποιο από τα επόμενα μόρια έχει σχήμα κανονικού τετραέδρου;



Γενικά προβλήματα

- * **73.** Ο ήλιος περιβάλλεται από λευκό αέριο που ονομάζεται κορώνα, το οποίο είναι ορατό κατά τη διάρκεια ολικής έκλειψης του ηλίου. Η θερμοκρασία της κορώνας είναι της τάξεως των εκατομμυρίων βαθμών Κελσίου. Κάτω από αυτές τις θερμοκρασιακές συνθήκες τα μόρια διασπώνται και πολλά ηλεκτρόνια αποσπώνται από τα άτομά τους. Οι αστρονόμοι έχουν καταφέρει να προσδιορίσουν τη θερμοκρασία της κορώνας, μελετώντας το φάσμα εκπομπής των ιόντων ορισμένων στοιχείων. Για παράδειγμα το φάσμα εκπομπής των

ιόντων Fe^{14+} έχει ανιχνευθεί στην ηλιακή ακτινοβολία. Με βάση το δεδομένο ότι η ενέργεια που χρειάζεται για να μετατραπεί ο Fe^{13+} σε Fe^{14+} είναι $3,5 \cdot 10^4 \text{ kJ mol}^{-1}$ και ότι η μέση κινητική ενέργεια 1 mol αερίων είναι $\frac{3}{2} RT$ και $R = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$. Να προσδιορίσετε τη θερμοκρασία της κορώνας.



$$2,8 \cdot 10^6 \text{ K}$$

74. Οι κβαντικοί αριθμοί 4 ηλεκτρονίων που ανήκουν στο ίδιο άτομο είναι:

a. $n = 4, l = 0, m_l = 0, m_s = +\frac{1}{2}$

β. $n = 3, l = 2, m_l = 1, m_s = +\frac{1}{2}$

γ. $n = 3, l = 2, m_l = -2, m_s = -\frac{1}{2}$

δ. $n = 3, l = 1, m_l = 1, m_s = -\frac{1}{2}$

Να ταξινομήσετε τα ηλεκτρόνια κατά σειρά αυξανόμενης ενέργειας.

75. Οι τέσσερις πρώτες ενέργειες ιοντισμού ενός στοιχείου είναι αντίστοιχα:

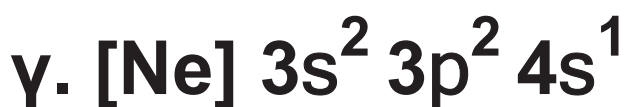
$$E_{i_1} = 738 \text{ kJ mol}^{-1},$$

$$E_{i_2} = 1450 \text{ kJ mol}^{-1},$$

$$E_{i_3} = 7,7 \cdot 10^3 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ και}$$

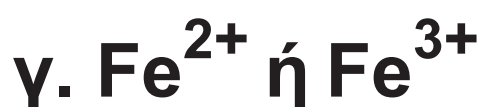
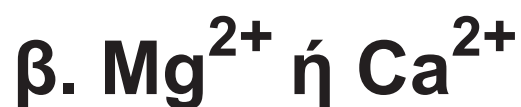
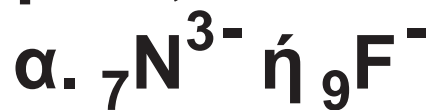
$E_{i_4} = 1,1 \cdot 10^4 \text{ kJ mol}^{-1}$. Σε ποια ομάδα του περιοδικού πίνακα ανήκει το στοιχείο αυτό και γιατί.

*** 76.** Δίνονται οι παρακάτω ηλεκτρονιακές δομές:



Να βρείτε σε ποια στοιχεία ανήκουν οι ηλεκτρονιακές αυτές δομές αφού προηγουμένως προσδιορίσετε αν αυτές ανήκουν σε διεγερμένα άτομα.

* **77.** Ποιο από τα παρακάτω ιόντα έχει μεγαλύτερο μέγεθος και γιατί;



78. Δίνονται τα στοιχεία ${}_{8}\text{A}$ και ${}_{6}\text{B}$ και ζητούνται:

α. Σε ποια περίοδο και ποιο τομέα του περιοδικού συστήματος ανήκει το καθένα από αυτά;

- β. Αν σχηματίζουν ένωση BA_2 , ποιος είναι ο τύπος κατά Lewis της ένωσης;
- γ. Ποιο είναι το σχήμα του μορίου BA_2 ;

**** 79.** Το διάγραμμα αναπαριστά ένα μέρος του περιοδικού πίνακα όπου αναφέρονται μερικά στοιχεία όχι με τα σύμβολά τους, αλλά με γράμματα από το Α έως το Κ.

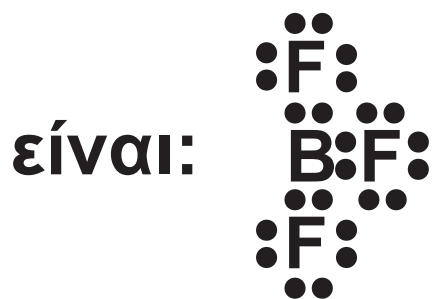
A									E			Z	
	Γ								H	Θ	I		Κ
B					Δ								

Να απαντήσετε στις επόμενες ερωτήσεις αναφερόμενοι στα γράμματα Α έως Κ.

- α. Να επιλέξετε ένα στοιχείο που σχηματίζει ως κατιόν ιοντικές ενώσεις.
- β. Να επιλέξετε ένα στοιχείο που σχηματίζει ως ανιόν ιοντικές ενώσεις.
- γ. Να επιλέξετε ένα στοιχείο που σχηματίζει επαμφοτερίζον οξείδιο.
- δ. Να επιλέξετε ένα στοιχείο που σχηματίζει έγχρωμο σύμπλοκο ιόν.
- ε. Να επιλέξετε ένα στοιχείο που σχηματίζει οξείδιο με τύπο XO .
- στ. Να επιλέξετε ένα στοιχείο που σχηματίζει με το υδρογόνο αέρια ένωση με τύπο ΨH_3 .
- ζ. Να επιλέξετε ένα στοιχείο που είναι ευγενές αέριο.

- 80.** Στην άσκηση αυτή δίνονται 4 προτάσεις, να απαντήσετε με:
Α: αν μόνο οι προτάσεις 1, 2, 3 είναι σωστές
Β: αν μόνο οι προτάσεις 1,2 είναι σωστές
Γ: αν όλες είναι σωστές
Δ: αν όλες είναι λάθος.

Ο ηλεκτρονιακός τύπος του BF_3



1. Το BF_3 είναι επίπεδο μόριο.

2. Η γωνία $\text{F}-\text{B}-\text{F}$ είναι 120° .

3. Το BF_3 λόγω συμμετρίας δεν παρουσιάζει πολικότητα.

4. Κάθε άτομο στο μόριο του BF_3 έχει αποκτήσει δομή ευγενούς αερίου.

* **81.** Δίνονται τα στοιχεία $_{11}\text{X}$ και $_{16}\text{Ψ}$.

α. Να κατανεείμετε τα ηλεκτρόνια σε υποστιβάδες, στιβάδες και τροχιακά στα ουδέτερα μη διεγερμένα άτομα των X και Ψ .

β. Σε ποια περίοδο και σε ποιον τομέα ανήκουν τα X και Ψ ;

γ. Να περιγράψετε το ηλεκτρονιακό τύπο του οξειδίου του X και του οξειδίου ΨO_3 .

- δ. Πώς αντιδρά το οξείδιο του Χ με διάλυμα HCl;
- ε. Πώς αντιδρά το ΨO_3 (που είναι ανυδρίτης του $\text{H}_2\Psi\text{O}_4$) με διάλυμα NaOH;
- στ. Ποιο από τα παραπάνω στοιχεία έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα και ποιο μεγαλύτερη ενέργεια ιοντισμού;

Δραστηριότητα

Τα ηλεκτρικά καλώδια οικιακής χρήσεως είναι κατά κύριο λόγο από χαλκό. Όμως, ο χαλκός δεν είναι το μοναδικό στοιχείο του περιοδικού πίνακα που παρουσιάζει τις επιθυμητές αυτές ιδιότητες αγωγής ρεύματος. Βασιζόμενοι στις γνώσεις σχετικά με το περιοδικό πίνακα και την περιοδική τάση που παρουσιάζουν τα στοιχεία να επιλέξετε κατάλληλο μέταλλο που θα μπορούσε να αποτελέσει εναλλακτική λύση. Να υποστηρίξετε την επιλογή αυτή στηριζόμενοι στις φυσικές και χημικές ιδιότητες των στοιχείων που προτείνετε.

Απαντήσεις στις ασκήσεις

25. Λ, Λ, Σ, Σ, Σ

31. α. Λ β. Σ γ. Σ δ. Λ

33. α. $1s (1, 0, 0)$

β. $3p_x (3, 1, 1)$

γ. $2p_z (2, 1, 0)$

δ. $2s (2, 0, 0)$

ε. $3s (3, 0, 0)$

34. δ

35. α, γ, δ, στ

36. $2p_y, 3s, 4p_x$

37. 1, 3, 5, 7

38. $(3, 1, -1, \pm \frac{1}{2})$

$(3, 1, 0, \pm \frac{1}{2})$

$$(3, 1, 1, \pm \frac{1}{2})$$

39. γ

40. $5s, 4d, 6s, 4f, 5d$

41. δ

42. γ

45. $\alpha. 1s^2$

$\beta. 1s^2 2s^2 2p^3$

$\gamma. 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

$\delta. [\text{Ar}] 3d^{10} 4s^2 4p^3$

$\epsilon. [\text{Ne}] 3s^2 3p^5$

46. $1s^2 2s^2 2p^2$

$$(1, 0, 0, + \frac{1}{2})$$

$$(1, 0, 0, - \frac{1}{2})$$

$$(2, 0, 0, +\frac{1}{2})$$

$$(2, 0, 0, -\frac{1}{2})$$

$$(2, 1, 1, -\frac{1}{2})$$

$$(2, 1, 0, -\frac{1}{2})$$

47. οι α , ζ δεν υπακούουν στον Pauli και β , δ , ϵ στο Hund.

51. ${}_{17}\text{Cl}$ (3η περίοδος, τομέας p)

${}_{22}\text{Ti}$ (4η περ., τομ. d)

${}_{36}\text{Kr}$ (4η περ., τομ. p)

${}_{58}\text{Ce}$ (6η περ., τομ. f)

52. V, Co, Zr

53. ${}_{24}\text{B}$, ${}_{41}\text{K}$

58. α. Σ β. Λ γ. Σ δ. Λ

59. Na, Rb, Rb

60. Περισσότερη ενέργεια χρειάζεται για να απομακρυνθεί ένα $1s e^-$ από ό,τι ένα $2s e^-$.

61. Με πρόσληψη $1 e^-$ το άτομο του F αποκτά δομή ευγενούς αερίου. Με πρόσληψη $1 e^-$ από το άτομο του Ne φεύγει από τη δομή ευγενούς αερίου.

70. β

71. δ

72. γ

74. $3p < 3d < 4s$

75. IIA

76. Ο διεγερμένο, Br σε θεμελιώδη κατάσταση, P διεγερμένο,

In σε θεμελιώδη κατάσταση.

77. α. ${}_{7}\text{N}^{3-}$ β. Ca^{2+} γ. Fe^{2+}

78. Γραμμικό

79. α. Α, β. Ζ, γ. Ε, δ. Δ, ε. Γ, στ. Ε,
ζ. Κ

80. Α





ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ 8ου ΤΟΜΟΥ

6.5 Ηλεκτρονιακοί τύποι -	
Σχήματα μορίων.....	5
Γνωρίζεις ότι:	
«Μικροσκόπιο σάρωσης	
σήραγγας (STM)».....	52
Γνωρίζεις ότι:	
«Ο Αϊνστάιν και	
η αβεβαιότητα».....	68
Ανακεφαλαίωση -	
Λέξεις κλειδιά.....	74
Ερωτήσεις - Ασκήσεις -	
Προβλήματα	86





Βάσει του ν. 3966/2011 τα διδακτικά βιβλία του Δημοτικού, του Γυμνασίου, του Λυκείου, των ΕΠΑ.Λ. και των ΕΠΑ.Σ. τυπώνονται από το ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ και διανέμονται δωρεάν στα Δημόσια Σχολεία. Τα βιβλία μπορεί να διατίθενται προς πώληση, όταν φέρουν στη δεξιά κάτω γωνία του εμπροσθόφυλλου ένδειξη «ΔΙΑΤΙΘΕΤΑΙ ΜΕ ΤΙΜΗ ΠΩΛΗΣΗΣ». Κάθε αντίτυπο που διατίθεται προς πώληση και δεν φέρει την παραπάνω ένδειξη θεωρείται κλεψίτυπο και ο παραβάτης διώκεται σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 7 του νόμου 1129 της 15/21 Μαρτίου 1946 (ΦΕΚ 1946,108, Α').

Απαγορεύεται η αναπαραγωγή οποιουδήποτε τμήματος αυτού του βιβλίου, που καλύπτεται από δικαιώματα (copyright), ή η χρήση του σε οποιαδήποτε μορφή, χωρίς τη γραπτή άδεια του Υπουργείου Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων / ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ.