

Βιβλία ΚΟΥΛΙΦΕΤΗ - ΜΑΝΤΑ
για το ΛΥΚΕΙΟ

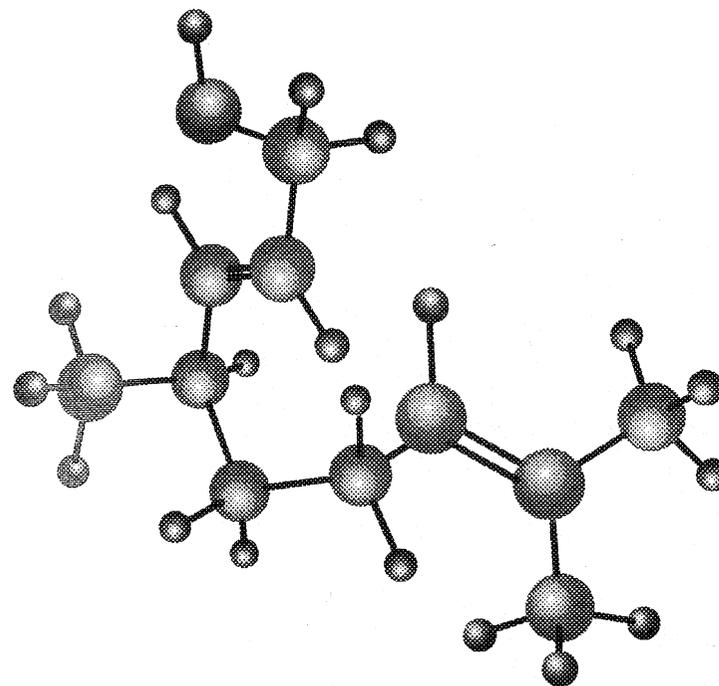
- **ΧΗΜΕΙΑ Α' ΕΝΙΑΙΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ**
- **ΧΗΜΕΙΑ Β' ΕΝΙΑΙΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ**
ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ
- **ΧΗΜΕΙΑ Β' ΕΝΙΑΙΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ**
ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
(σε τεύχη)
- **ΧΗΜΕΙΑ Γ' ΕΝΙΑΙΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ**
ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
(σε τεύχη)
- **ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ (ΤΕΣΤ)**
ΓΙΑ ΤΗΝ Α' ΛΥΚΕΙΟΥ &
Β' ΛΥΚΕΙΟΥ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ

ΔΙΑΘΕΣΗ :

ΕΚΔΟΤΙΚΟΣ ΟΜΙΛΟΣ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΩΝ
Σόλωνος 100 - Τηλ. : 3646125 - FAX : 3631363

ΕΛΛΗΝΟΕΚΔΟΤΙΚΗ
Ναυαρίνου 12 - Τηλ. - FAX : 3613676 - 3640632

Μανώλης Κουλιφέτης - Βασίλης Μαντάς



ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
(τεύχος 1ο)

1ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Πολλές ηυμένες ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ – ΑΣΚΗΣΕΙΣ
και ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Έκδοση 2000 - 2001

ΧΗΜΕΙΑ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ
Μ. ΚΟΥΛΙΦΕΤΗΣ - Β. ΜΑΝΤΑΣ

ΧΗΜΕΙΑ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΕΠΙΛΟΓΟΣ . . .**ΜΕΤΑ-ΜΕΤΑΡΡΥΘΜΙΣΗ ΚΑΙ - ΠΟΙΑ ; - ΧΗΜΕΙΑ**

Από το χειμώνα του 1997, πριν δηλαδή αρχίσει να εφαρμόζεται η μεταρρύθμιση του Αρσένη και τη στιγμή που αντικαταστάθηκε η Χημεία που υπήρχε στα μαθήματα Γενικής παιδείας Γ' Λυκείου από τη Βιολογία, διατυπώσαμε την απαισιόδοξη σκέψη ότι η Χημεία είναι είδος υπό εξαφάνιση. Δυστυχώς, με το θέμα δεν ασχολήθηκαν οικολογικές οργανώσεις τύπου WWF ή "Αρκτούρος", αλλά άλλες επιτροπές...

Οι περισσότεροι συνάδελφοι, "βολεμένοι" κάτω από διάφορους μανδύες, δεν έδειξαν ιδιαίτερη διάθεση να συμμεριστούν τις ανησυχίες μας. Εάν τότε το είχαν συνειδητοποιήσει οι περισσότεροι και υπήρχε η κατάλληλη κινητοποίηση, θα μιλούσαμε σήμερα για διαφορετικά αποτελέσματα.

Αφού λοιπόν η Χημεία ήταν ένα από τα μαθήματα που εμπόδιζαν το "ζεδίπλωμα" της μεταρρύθμισης Ευθυμίου, ας καεί στην πυρά.

Αλήθεια, τι χρειάζονται οι ώρες Χημείας στη Θετική Κατεύθυνση ;

Σεπτέμβριος 2000

Μανώλης Κουλιφίτης - Βασίλης Μαντάς
Κόρινθος - Τηλ. (0741) - 22422 - Fax : 85765
Διεύθυνση στο Internet : <http://user.hol.gr/~epilogh>
E-mail : epilogh@hol.gr

Η Βασικότερη Βιβλιογραφία

- * Σ. Λιοδάκης – Δ. Γάκης – Δ. Θεοδωρόπουλος – Π. Θεοδωρόπουλος : "Χημεία Θετικής Κατεύθυνσης Γ' Λυκείου"
- * Γ. Μανουσάκης – Ιωαν. Κεφαλληνίτης – Β. Χρηστίδης – Δ. Χηνιάδης : "Χημεία Θετικής Κατεύθυνσης Γ' Λυκείου"
- * Θ. Μαυρομούστακος – Α. Κολλοκούρης – Κ. Παπακωνσταντίνου – Π. Σιγιάλιας – Κ. Λάππας : "Χημεία Θετικής Κατεύθυνσης Γ' Λυκείου"
- * Κ. Τσίπης – Αν. Βάρβογλης – Κ. Γιούρη-Τσοχατζή – Δ. Δερπάνης – Π. Παλαμιτζόγλου – Γ. Παπαγεωργίου : "Χημεία Θετικής Κατεύθυνσης Γ' Λυκείου"
- * Ν. Κηούρας : "Ασκήσεις στη Βασική Ανόργανη Χημεία"
- * J. Brady, J. Holum : "Fundamentals of chemistry"
- * St. Zumdahl : "Chemistry"
- * B. Segal : "Chemistry : experiment & theory"
- * L. Malone : "Basic concepts of chemistry"



👉 Ευχαριστούμε όσους συνέβαλαν στην έκδοση αυτού του βιβλίου .

Σεπτέμβριος 2000

Μανώλης Κουλιφέτης - Βασίλης Μαντάς

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ερωτήσεις θεωρίας	σελ. 3
Λυμένες ασκήσεις	σελ. 27
Άλυτες ασκήσεις - Κριτήρια αξιολόγησης	σελ. 48
Ερωτήσεις αξιολόγησης	σελ. 65
Λύσεις ασκήσεων	σελ. 86
Απαντήσεις - Λύσεις ερωτήσεων αξιολόγησης	σελ. 95
Παράρτημα	σελ. 112

1ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΔΟΜΗ ΑΤΟΜΩΝ και ΜΟΡΙΩΝ, ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ

Ερωτήσεις θεωρίας

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΚΒΑΝΤΑ - ΑΤΟΜΙΚΟ ΠΡΟΤΥΠΟ ΤΟΥ ΒΟΗΡ ΚΥΜΑΤΟΣΩΜΑΤΙΚΟΣ ΔΥΪΣΜΟΣ - ΑΡΧΗ ΤΗΣ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ

1. Τι είναι ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ;

Απάντηση :

Ένας από τους τρόπους που μεταφέρεται η ενέργεια, είναι μέσω ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Το φως από τον Ήλιο, τα μικροκύματα σε ένα φούρνο για το μαγείρεμα ενός φαγητού, οι ακτίνες X που χρησιμοποιούνται για τις ακτινογραφίες είναι παράδειγμα ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.

Αν και υπάρχουν διαφορές μεταξύ τους, όλες αυτές οι ακτινοβολίες παρουσιάζουν ίδια κυματική συμπεριφορά και στο κενό κινούνται με την ταχύτητα του φωτός (c).

2. Πώς συνδέονται τα μεγέθη c, λ, f ; Ποια η σχέση μεταξύ λ και f ;

Απάντηση :

Η εξίσωση που τα συνδέει είναι $c = \lambda \cdot f$. Από αυτή προκύπτει ότι το μήκος κύματος είναι αντιστρόφως ανάλογο της συχνότητας μιας ακτινοβολίας.

Παρακάτω φαίνονται διάφορες περιοχές μηκών κύματος :

ορατό φάσμα $4 \cdot 10^{-7}$ έως $7 \cdot 10^{-7}$ m						
υπεριώδεις	ιώδες	κυανό	μπλε	πράσινο	κίτρινο	πορτοκαλί
					ερυθρό	υπέρυθρο
← αύξηση f, μείωση λ						

3. Τι είναι κβάντα και ποια ποσότητα ενέργειας μεταφέρει κάθε κβάντο ;

Απάντηση :

Στα 1900 ο Max Planck διατύπωσε την άποψη ότι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, άρα και το φως, διαδίδεται και απορροφάται σε ορισμένες ποσότητες, τα **κβάντα** (quantum = ποσότητα, πακέτο στα Λατινικά).

Κάθε κβάντο μεταφέρει ποσότητα ενέργειας, που δίνεται από την εξίσωση: $E = h \cdot f$, όπου E η ενέργεια (σε Joule), f η συχνότητα της ακτινοβολίας (σε s^{-1} ή Hz) και h μία σταθερά που προσδιορίστηκε από τον Planck σε $6,626 \cdot 10^{-34} J \cdot s$ και πήρε το όνομά του, σταθερά του Planck.

4. Ποια τα κυριότερα χαρακτηριστικά του ατομικού προτύπου του Bohr ;

Απάντηση :

Ο Bohr προσπαθώντας να εξηγήσει γιατί τα φάσματα εκπομπής των στοιχείων είναι γραμμικά, αφού στο φάσμα εκπομπής του υδρογόνου υπήρχαν ασυνεχείς γραμμές και συνδυάζοντας το φαινόμενο αυτό με την κβαντική θεώρηση του φωτός, διατύπωσε ένα ατομικό πρότυπο για το άτομο του υδρογόνου. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά του προτύπου αυτού είναι τα εξής :

- a) Το ηλεκτρόνιο περιφέρεται γύρω από τον πυρήνα σε κυκλικές τροχιές καθορισμένης απόστασης και ενέργειας (επιτρεπόμενες τροχιές).

β) Η ενέργεια του ηλεκτρονίου του υδρογόνου δίνεται από την παρακάτω εξίσωση :

$$E_n = -\frac{2,18 \cdot 10^{-18}}{n^2} \text{ J} \quad \text{όπου } n = 1, 2, 3, \dots \text{ (κύριος κβαντικός αριθμός)}$$

Από την εξίσωση αυτή φαίνεται ότι η ενέργεια του ηλεκτρονίου μπορεί να πάρει ορισμένες μόνο τιμές.

Όταν ο αριθμός $n = 1$, το ηλεκτρόνιο βρίσκεται στην τροχιά που είναι πιο κοντά στον πυρήνα. Τότε η ενέργειά του είναι ελάχιστη, ($-2,18 \cdot 10^{-18} \text{ J}$), οπότε λέμε ότι βρίσκεται σε **θεμελιώδη ενεργειακή κατάσταση**.

Σε οποιαδήποτε άλλη τροχιά, η ενέργεια του ηλεκτρονίου θα είναι μεγαλύτερη, οπότε τότε λέμε ότι το ηλεκτρόνιο βρίσκεται σε **διεγερμένη κατάσταση**.

γ) Όταν ένα ηλεκτρόνιο βρίσκεται σε καθορισμένη τροχιά η ενεργειακή του κατάσταση είναι σταθερή (E_i). Όταν απορροφά ακτινοβολία συχνότητας f , διεγείρεται δηλαδή μεταβαίνει από την αρχική τροχιά ενεργειακής κατάστασης E_i σε μια διεγερμένη τροχιά ενεργειακής κατάστασης E_f και ισχύει η σχέση: $E_f - E_i = h \cdot f$

5. α) Τι συμβαίνει όταν ένα ηλεκτρόνιο μεταπίπτει από μία ενεργειακή κατάσταση σε μία άλλη, χαμηλότερη ;
β) Πώς θα είναι η ενέργεια του φωτονίου που εκπέμπεται κατά τη μετάπτωση ενός ηλεκτρονίου σε χαμηλότερη ενεργειακή κατάσταση ;

Απάντηση :

α) Όταν ένα ηλεκτρόνιο μεταπίπτει από μία αρχική ενεργειακή κατάσταση E_i (i: initial αρχική) σε μία άλλη, τελική χαμηλότερη ενεργειακή κατάσταση E_f , τότε χάνει ενέργεια (f: final τελική).

Οι ενεργειακές καταστάσεις E_i και E_f διαφέρουν μεταξύ τους κατά την ποσότητα $h \cdot f$, που είναι η ποσότητα ενέργειας του φωτονίου που εκπέμπεται σε αυτή τη μετάπτωση.

Δηλαδή: $E_i = E_f + h f$

β) Από την εξίσωση $E_i = E_f + h f$, η ενέργεια του φωτονίου βρίσκεται αν λυθεί η παραπάνω εξίσωση ως προς $h \cdot f$: $E_{\text{φωτονίου}} = h \cdot f = E_i - E_f$ (1)

6. Ποια η θεωρία του Louis de Broglie για τις ιδιότητες των σωματιδίων της ύλης ;

Απάντηση :

Σύμφωνα με τη θεωρία του Louis de Broglie, τα διάφορα σωματίδια της ύλης, όπως το ηλεκτρόνιο, έχουν και κυματικές ιδιότητες τις οποίες επιδεικνύουν σε ορισμένες συνθήκες. Άρα **ένα κινούμενο σωματίδιο με μάζα m και ταχύτητα v (ορμή mv) συμπεριφέρεται και ως κύμα.**

Μάλιστα το μήκος κύματος ενός σωματιδίου εξαρτάται άμεσα από την ορμή του mv :

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$$

Η άποψη για την κυματική φύση των υλικών σωμάτων θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι η αντιστροφή της άποψης πως τα κύματα έχουν και σωματιδιακή υφή, η οποία είχε διατυπωθεί λίγα χρόνια νωρίτερα από τους Planck και Einstein.

Με άλλα λόγια τα υλικά σώματα συμπεριφέρονται και ως κύματα, αλλά και τα κύματα συμπεριφέρονται και ως υλικά σώματα.

7. Τι λέει η αρχή της αβεβαιότητας του Heisenberg ;

Απάντηση :

Η αρχή της αβεβαιότητας που διατυπώθηκε από τον Werner Heisenberg, ήταν το πρώτο αναποιοητικό μοντέλο της κβαντικής μηχανικής και διατυπώνεται ως εξής :

Δεν μπορούμε να γνωρίζουμε για ένα σωματίδιο και τη θέση του και την ταχύτητά του.

Με άλλα λόγια, ο ακριβής και ταυτόχρονος προσδιορισμός της θέσης και της ορμής του ηλεκτρονίου είναι ανέφικτος.

Μπορούμε μόνο να μιλάμε για την πιθανότητα εύρεσής του σε ορισμένο χώρο.

1.1. ΚΒΑΝΤΙΚΟΙ ΑΡΙΘΜΟΙ και ΤΡΟΧΙΑΚΑ

8. Πώς μπορεί να περιγραφεί ένα ηλεκτρόνιο με βάση την εξίσωση Schrodinger ; Τι υπολογίζεται από την εξίσωση Schrodinger ; Τι είναι ατομικά τροχιακά ;

Απάντηση :

Η εξίσωση Schrodinger είναι κάτι ανάλογο με την εξίσωση της κυματικής, αλλά το κύμα που περιγράφει είναι το ηλεκτρόνιο.

Η εξίσωση αυτή διατυπώθηκε, για να περιγράψει το ηλεκτρόνιο του απλούστερου ατόμου, δηλαδή του ατόμου του υδρογόνου, ως κύμα.

Με κατάλληλες προσεγγίσεις μπορεί να εφαρμοστεί και για πολυηλεκτρονιακά άτομα, παρόλο που η επίλυσή της δεν είναι πάντα εύκολη.

Με βάση την εξίσωση Schrodinger υπολογίζεται η ενέργεια του ηλεκτρονίου (E_n) που ταυτίζεται με αυτή που προσδιόρισε ο Bohr, αλλά επιπλέον προσδιορίζεται η πιθανότητα εύρεσης του ηλεκτρονίου σε ορισμένο χώρο.

Η επίλυση της εξίσωσης οδηγεί στις **κυματοσυναρτήσεις ψ** που περιγράφουν την κατάσταση του ηλεκτρονίου με ορισμένη ενέργεια (E_n) και ονομάζονται **ατομικά τροχιακά**.

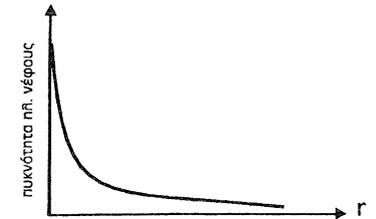
Τα ατομικά τροχιακά αποτελούν συναρτήσεις θέσης του ηλεκτρονίου στο άτομο.

Δηλαδή, **ατομικό τροχιακό είναι ο χώρος γύρω από τον πυρήνα στον οποίο μπορεί να κινείται το ηλεκτρόνιο.**

Το ψ^2 εκφράζει την πιθανότητα να βρεθεί το ηλεκτρόνιο σε ένα σημείο του χώρου γύρω από τον πυρήνα.

Με άλλα λόγια, το ψ^2 (ή καλύτερα το $-\psi^2$ όπου $-e$ το φορτίο του ηλεκτρονίου) εκφράζει την πυκνότητα του ηλεκτρονιακού νέφους γύρω από τον πυρήνα.

Στο διπλανό σχήμα παριστάνεται γραφικά η πυκνότητα του ηλεκτρονιακού νέφους σε συνάρτηση με την απόσταση r από τον πυρήνα.



- 9. α) Τι εννοούμε με τον όρο «ηλεκτρονιακό νέφος» ;
β) Τι σχέση έχει το ηλεκτρονιακό νέφος με τα ατομικά τροχιακά ;**

Απάντηση :

- α)** Με βάση την πιθανότητα εύρεσης του ηλεκτρονίου σε ένα χώρο γύρω από τον πυρήνα, η εικόνα που έχουμε για το ηλεκτρόνιο, μετασχηματίζεται από **σωματίδιο** σε **ηλεκτρονιακό νέφος**. Το ηλεκτρονιακό νέφος είναι η απεικόνιση των θέσεων που μπορεί να βρεθεί το ηλεκτρόνιο γύρω από τον πυρήνα και θα έχει διαφορετική πυκνότητα σε διάφορες περιοχές.
- β)** Το ηλεκτρονιακό νέφος προκύπτει από την απεικόνιση της πιθανότητας εύρεσης του ηλεκτρονίου σε συνάρτηση με την απόσταση από τον πυρήνα, ενώ τα ατομικά τροχιακά είναι κυματοσυναρτήσεις που προκύπτουν από την εξίσωση Schrodinger.

- 10. Τι είναι κβαντικός αριθμός ;**

Απάντηση :

Η περιγραφή του ηλεκτρονίου στην εξίσωση Schrödinger γίνεται με τη βοήθεια τριών παραμέτρων, που λέγονται **κβαντικοί αριθμοί** και συμβολίζονται ως **n**, **l** και **m_l**. Οι κβαντικοί αριθμοί επιτρέπεται να παίρνουν ορισμένες μόνο τιμές. Κάθε δυνατή τριάδα κβαντικών αριθμών **n**, **l** και **m_l**, αντιστοιχεί σε έναν τρισδιάστατο χώρο ορισμένου σχήματος και προσανατολισμού και οδηγεί σε μια λύση της εξίσωσης, καθορίζοντας ένα συγκεκριμένο τροχιακό του ατόμου.

- 11. Τι καθορίζει ο κύριος κβαντικός αριθμός (n) και τι τιμές μπορεί να πάρει ;**

Απάντηση :

Κύριος κβαντικός αριθμός n : δείχνει την απόσταση του ηλεκτρονίου από τον πυρήνα, δηλαδή το **μέγεθος του τροχιακού**, καθώς και την **ενέργειά του**. Μπορεί να πάρει ακέραιες, θετικές, διάφορες του μηδενός τιμές : **n = 1, 2, 3, ...** Σε κάθε τιμή του n αντιστοιχεί μία στιβάδα ή φλοιός. Όταν n=1, το ηλεκτρόνιο ανήκει στη στιβάδα K, όταν n=2 → στιβάδα L, όταν n=3 → στιβάδα M κτλ.

- 12. α) Τι καθορίζει ο δευτερεύων ή αζιμουθιακός κβαντικός αριθμός (l) και τι τιμές μπορεί να πάρει ;
β) Για ποιες τιμές του l προκύπτουν τα τροχιακά s, p, d, f ;
γ) Τι σημαίνουν υποστιβάδες 1s, 2p και 3d ;**

Απάντηση :

- α)** Ο **δευτερεύων ή αζιμουθιακός αριθμός l** : δείχνει την άωση μεταξύ των ηλεκτρονίων και καθορίζει το **σχήμα που έχει το αντίστοιχο τροχιακό**. Μπορεί να πάρει ακέραιες, θετικές τιμές, από 0 έως n-1. **l = 0, 1, ... , (n-1)** Σε ένα άτομο, τα ηλεκτρόνια που έχουν τον ίδιο n και τον ίδιο l ανήκουν στην ίδια **υποστιβάδα** ή **υποφλοιό**.
- β)** Τα τροχιακά με **l = 0** λέγονται **s τροχιακά**
Τα τροχιακά με **l = 1** λέγονται **p τροχιακά**
Τα τροχιακά με **l = 2** λέγονται **d τροχιακά**
Τα τροχιακά με **l = 3** λέγονται **f τροχιακά**

- γ)** Η υποστιβάδα στην οποία περιέχονται τα τροχιακά χαρακτηρίζεται από τον κύριο κβαντικό αριθμό και το λατινικό γράμμα που συμβολίζει το τροχιακό. Έτσι θα έχουμε :
1s : n = 1 (1n στιβάδα) και τροχιακό s → **l = 0**, άρα προκύπτει το ζευγάρι (1, 0)
2p : n = 2 (2n στιβάδα) και τροχιακό p → **l = 1**, άρα προκύπτει το ζευγάρι (2, 1)
3d : n = 3 (3n στιβάδα) και τροχιακό d → **l = 2**, άρα προκύπτει το ζευγάρι (3, 2)

- 13. Τι καθορίζει ο μαγνητικός κβαντικός αριθμός (m_l) και τι τιμές μπορεί να πάρει ;**

Απάντηση :

Ο **μαγνητικός κβαντικός αριθμός m_l** είναι χαρακτηριστικός για κάθε τροχιακό και καθορίζει τον προσανατολισμό του στο χώρο.
Τιμές : **m_l = -l, ..., 0, ..., +l**, δηλαδή συνολικά **2l + 1** τιμές.
Σε κάθε τιμή του μαγνητικού κβαντικού αριθμού αντιστοιχεί ένα τροχιακό.
Ο αριθμός των τροχιακών θα ισούται με τον αριθμό των δυνατών τριάδων (n, l, m_l)

- 14. Ποιες είναι οι πιθανές τιμές των l, m_l, όταν :
α) n = 1, β) n = 2, γ) n = 3**

Απάντηση :

- α)** Για n = 1, η μοναδική τιμή του l θα είναι μηδέν (l = 0), οπότε και m_l = 0.
β) Για n = 2, το l παίρνει τιμές 0 και 1, οπότε για l = 0 προκύπτει m_l = 0 και για l = 1 προκύπτουν τρεις (3) τιμές m_l = -1, 0, 1.
γ) Για n = 3, το l παίρνει τιμές 0, 1 και 2, οπότε για l = 0 προκύπτει m_l = 0, για l = 1 προκύπτουν τρεις (3) τιμές m_l = -1, 0, 1, και για l = 2 προκύπτουν πέντε (5) τιμές m_l = -2, -1, 0, 1, 2.

- 15. Τι καθορίζει ο κβαντικός αριθμός του spin (m_s) ; Ποιες τιμές μπορεί να πάρει ;**

Απάντηση :

Ο μαγνητικός κβαντικός αριθμός του spin καθορίζει την ιδιοπεριστροφή του ηλεκτρονίου. Η εξήγηση αυτού του φαινομένου είναι ότι τα ηλεκτρόνια περιστρέφονται γύρω από τον εαυτό τους, είτε δεξιόστροφα, είτε αριστερόστροφα. Η ιδιοπεριστροφή αυτή του ηλεκτρονίου δημιουργεί μαγνητικό πεδίο, στην ύπαρξη του οποίου βασίστηκε η πειραματική απόδειξη της ιδιότητας αυτής. Ο κβαντικός αριθμός του spin (spin = ιδιοπεριστροφή) παίρνει μόνο δύο τιμές : **m_s = +½, -½** είναι δηλαδή ανεξάρτητος από τις τιμές των άλλων και δεν συμμετέχει στην διαμόρφωση της τιμής της ενέργειας του ηλεκτρονίου, ούτε στον καθορισμό του ατομικού τροχιακού. Για τιμή m_s = +½ λέμε ότι έχουμε παράλληλο spin (συμβολισμός ↑), ενώ για τιμή m_s = -½ λέμε ότι έχουμε αντιπαράλληλο spin (συμβολισμός ↓).

☞ **Συμπερασματικά, οι τέσσερις κβαντικοί αριθμοί (n, l, m_l, m_s) καθορίζουν αντίστοιχα :**

- τη **στιβάδα**
- την **υποστιβάδα**
- το **τροχιακό** και
- την **ιδιοπεριστροφή (spin)** του ηλεκτρονίου

16. Ποιος είναι ο αριθμός των τροχιακών μιας υποστιβάδας σε συνάρτηση με τον κβαντικό αριθμό ℓ :

Απάντηση :

Ένα τροχιακό καθορίζεται από μία τριάδα τιμών (n, ℓ, m_ℓ) .

Ο τρίτος κβαντικός αριθμός m_ℓ παίρνει τιμές $-\ell, \dots, 0, \dots, +\ell$, δηλαδή συνολικά $2\ell + 1$ τιμές.

Αρα μία υποστιβάδα θα έχει $2\ell + 1$ τροχιακά.

δηλαδή η υποστιβάδα s ($\ell = 0$) θα έχει 1 τροχιακό,

η υποστιβάδα p ($\ell = 1$) θα έχει 3 τροχιακά,

η υποστιβάδα d ($\ell = 2$) θα έχει 5 τροχιακά και

η υποστιβάδα f ($\ell = 3$) θα έχει 7 τροχιακά.

17. Πώς προκύπτει ο αριθμός των τροχιακών που περιέχει κάθε στιβάδα :

Απάντηση :

Επειδή κάθε τροχιακό αντιστοιχεί σε μία τριάδα κβαντικών αριθμών, για την **πρώτη στιβάδα** θα έχουμε μία (1) τριάδα κβαντικών αριθμών, την $(1, 0, 0)$, οπότε θα αντιστοιχεί **ένα τροχιακό**.

Για τη **δεύτερη στιβάδα** θα έχουμε τέσσερις (4) τριάδες κβαντικών αριθμών : $(2, 0, 0)$, $(2, 1, -1)$, $(2, 1, 0)$, $(2, 1, 1)$, οπότε θα αντιστοιχούν **τέσσερα τροχιακά**.

Για την **τρίτη στιβάδα** θα έχουμε εννέα (9) τριάδες κβαντικών αριθμών : $(3, 0, 0)$, $(3, 1, -1)$, $(3, 1, 0)$, $(3, 1, 1)$, $(3, 2, -2)$, $(3, 2, -1)$, $(3, 2, 0)$, $(3, 2, 1)$, $(3, 2, 2)$, οπότε θα αντιστοιχούν **εννέα τροχιακά**.

Γενικά, ο αριθμός των τροχιακών σε κάθε στιβάδα για τις τέσσερις (4) πρώτες θα δίνεται από τον τύπο n^2 , όπου n ο κύριος κβαντικός αριθμός, δηλαδή $n = 1, 2, 3, 4$ και οι αντίστοιχοι αριθμοί των τροχιακών θα είναι : 1, 4, 9, 16.

18. Για τη στιβάδα N ($n = 4$) να βρεθούν οι δυνατές τριάδες κβαντικών αριθμών (n, ℓ, m_ℓ) και το πλήθος των τροχιακών στις υποστιβάδες και συνολικά στη στιβάδα.

Απάντηση :

Για $n = 4$, οι τιμές του ℓ και οι αντίστοιχες υποστιβάδες θα είναι $\ell = 0$ (s), $\ell = 1$ (p), $\ell = 2$ (d), $\ell = 3$ (f).

Για την τιμή $\ell = 0$ προκύπτει $m_\ell = 0$ και η τριάδα $(4, 0, 0)$ δηλαδή ένα (1) τροχιακό στην υποστιβάδα $4s$.

Για την τιμή $\ell = 1$ προκύπτουν τρεις (3) τιμές $m_\ell = -1, 0, 1$ και οι τριάδες $(4, 1, -1)$, $(4, 1, 0)$ και $(4, 1, 1)$, δηλαδή τρία (3) τροχιακά στην υποστιβάδα $4p$.

Για την τιμή $\ell = 2$ προκύπτουν πέντε (5) τιμές $m_\ell = -2, -1, 0, 1, 2$ και οι τριάδες $(4, 2, -2)$, $(4, 2, -1)$, $(4, 2, 0)$, $(4, 2, 1)$ και $(4, 2, 2)$, δηλαδή πέντε (5) τροχιακά στην υποστιβάδα $4d$.

Τέλος, για την τιμή $\ell = 3$ προκύπτουν επτά (7) τιμές $m_\ell = -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3$ και οι τριάδες $(4, 3, -3)$, $(4, 3, -2)$, $(4, 3, -1)$, $(4, 3, 0)$, $(4, 3, 1)$, $(4, 3, 2)$ και $(4, 3, 3)$, δηλαδή επτά (7) τροχιακά στην υποστιβάδα $4f$.

Συνολικά, ο αριθμός των τροχιακών της τέταρτης στιβάδας θα είναι $1 + 3 + 5 + 7 = 16$.

19. Ποιες είναι οι δυνατές τετράδες κβαντικών αριθμών που προκύπτουν από τα ζεύγη (n, ℓ) : **α)** $(2, 0)$ **β)** $(3, 1)$
Σε ποιες υποστιβάδες θα ανήκουν τα ηλεκτρόνια με αυτές τις τετράδες :

Απάντηση :

α) Για $\ell = 0$ προκύπτει η τιμή $m_\ell = 0$.

Σε αυτή την τιμή αντιστοιχούν δύο τιμές $m_s = \pm \frac{1}{2}$.

Άρα, προκύπτουν δύο (2) τετράδες κβαντικών αριθμών : $(2, 0, 0, +\frac{1}{2})$, $(2, 0, 0, -\frac{1}{2})$

Επειδή $n = 2$ και $\ell = 0$, η υποστιβάδα αυτή θα είναι η $2s$.

β) Για $\ell = 1$ προκύπτουν τρεις (3) τιμές $m_\ell = -1, 0, 1$

Σε καθεμία από αυτές τις τιμές αντιστοιχούν δύο τιμές $m_s = \pm \frac{1}{2}$.

Άρα προκύπτουν έξι (6) τετράδες κβαντικών αριθμών :

$(3, 1, -1, +\frac{1}{2})$, $(3, 1, -1, -\frac{1}{2})$, $(3, 1, 0, +\frac{1}{2})$, $(3, 1, 0, -\frac{1}{2})$, $(3, 1, 1, +\frac{1}{2})$ και $(3, 1, 1, -\frac{1}{2})$

Επειδή $n = 3$ και $\ell = 1$, η υποστιβάδα αυτή θα είναι η $3p$.

ΣΧΗΜΑΤΑ ΤΡΟΧΙΑΚΩΝ

20. **α)** Πού είναι μέγιστη η πιθανότητα εύρεσης του ηλεκτρονίου ; Υπάρχει σημείο όπου η πιθανότητα εύρεσης του ηλεκτρονίου μηδενίζεται ;
β) Πώς παριστάνεται το τροχιακό $1s$;
γ) Μπορεί ένα τροχιακό να είναι κενό ;

Απάντηση :

α) Αν πάρουμε για παράδειγμα το τροχιακό $1s$, το οποίο είναι το μοναδικό της $1ης$ στιβάδας και έχει μικρό σχετικά μέγεθος, η πιθανότητα εύρεσης του ηλεκτρονίου είναι μέγιστη κοντά στον πυρήνα και τείνει ασυμπτωτικά προς το μηδέν σε μεγάλες αποστάσεις χωρίς όμως ποτέ να μηδενίζεται (βλ. και διάγραμμα στη σελ. 5).

Το ακριβές μέγεθος των τροχιακών είναι αδύνατο να βρεθεί, αφού η πιθανότητα εύρεσης του ηλεκτρονίου δεν μηδενίζεται ούτε σε μεγάλες αποστάσεις από τον πυρήνα.

β) Επειδή η πυκνότητα του ηλεκτρονιακού νέφους είναι σφαιρικά συμμετρική, το τροχιακό $1s$ παριστάνεται με μια **σφαίρα** στο κέντρο της οποίας βρίσκεται ο πυρήνας και το μέγεθος της οποίας εξαρτάται από τον κύριο κβαντικό αριθμό (n).

γ) Το τροχιακό παριστάνει το χώρο, όπου μπορεί να βρεθεί το ηλεκτρόνιο, αλλά μπορεί επίσης να είναι και ένας κενός χώρος π.χ. επειδή στο άτομο του υδρογόνου, το μοναδικό ηλεκτρόνιο στη θεμελιώδη κατάσταση καταλαμβάνει το τροχιακό $1s$, όλα τα υπόλοιπα τροχιακά θα είναι κενά. Όταν όμως το άτομο διεγερθεί, τότε το ηλεκτρόνιο μπορεί να καταλάβει αυτά τα τροχιακά, δηλαδή να μεταπηδήσει σε επόμενες στιβάδες.

21. Ποιες οι ομοιότητες και οι διαφορές των τροχιακών $1s$ και $2s$;

Απάντηση :

Τα τροχιακά $1s$ και $2s$ **μοιάζουν στο σχήμα και στον προσανατολισμό τους**, επειδή έχουν τους ίδιους κβαντικούς αριθμούς ℓ και m_ℓ ($\ell = 0$ και $m_\ell = 0$), αλλά **διαφέρουν στο μέγεθός τους**, επειδή έχουν διαφορετικό κύριο κβαντικό αριθμό ($n = 1$ και $n = 2$ αντίστοιχα). Και τα δύο παριστάνονται σαν σφαίρες μέσα στις οποίες η πιθανότητα εύρεσης του ηλεκτρονίου είναι 90 – 99%.

22. Πώς παριστάνεται ένα p τροχιακό ; Πόσους διαφορετικούς προσανατολισμούς μπορεί να έχει ένα τροχιακό p ; Πώς θα κατανοούνται στο χώρο ;

Απάντηση :

Το τροχιακό p δεν εμφανίζει σφαιρική συμμετρία και αποτελείται από δύο (2) λοβούς, συμμετρικούς ως προς τον πυρήνα.

Επειδή για τροχιακό p : $\ell = 1$, προκύπτουν τρεις τιμές $m_\ell = -1, 0, 1$ οπότε ένα τροχιακό p μπορεί να έχει τρεις διαφορετικούς προσανατολισμούς, πάνω στους τρεις άξονες x, y, z σε τρισσορδογώνιο σύστημα.

Έτσι προκύπτουν τα τροχιακά $p_x, p_y,$ και p_z .

Σε κάθε τροχιακό η πιθανότητα εύρεσης του ηλεκτρονίου είναι 90– 99%.

23. Ποιες είναι οι κυριότερες διαφορές ανάμεσα σε ένα τροχιακό s και ένα τροχιακό p ;

Απάντηση :

Ένα τροχιακό p διαφέρει κατά κύριο λόγο από ένα τροχιακό s :

- Στο ότι δεν εμφανίζει σφαιρική συμμετρία.
- Αποτελείται από δύο λοβούς, που βρίσκονται σε συμμετρικές θέσεις ως προς τον πυρήνα, ενώ ένα τροχιακό s παριστάνεται σαν σφαίρα.
- Μπορεί να έχει τρεις διαφορετικούς προσανατολισμούς (p_x, p_y, p_z).
- Έχει ελάχιστη πιθανότητα να βρεθεί το ηλεκτρόνιο κοντά στον πυρήνα ενώ στο τροχιακό s το ηλεκτρόνιο έχει τη μεγαλύτερη πιθανότητα να βρίσκεται γύρω από τον πυρήνα.

1.2. ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑΚΗ ΔΟΜΗΣΗ ΑΤΟΜΩΝ

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΙΒΑΔΩΝ ΠΟΛΥΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑΚΩΝ ΑΤΟΜΩΝ

**24. α) Πώς σχετίζεται η θεμελιώδης ενεργειακή κατάσταση με τη σταθερότητα ;
β) Ποια η αρχή της ελάχιστης ενέργειας των υποστιβάδων ;**

Απάντηση :

α) Η θεμελιώδης ενεργειακή κατάσταση, η κατάσταση δηλαδή εκείνη στην οποία τα ηλεκτρόνια έχουν την ελάχιστη δυνατή ενέργεια, είναι η πιο σταθερή κατάσταση.

Η ταύτιση της ελάχιστης ενέργειας με τη σταθερότητα είναι μια αρχή γενική τόσο στη Χημεία όσο και στις άλλες επιστήμες.

β) Σύμφωνα με την αρχή της ελάχιστης ενέργειας των υποστιβάδων, **τα ηλεκτρόνια οφείλουν να καταλάβουν τροχιακά με τη μικρότερη ενέργεια**, ώστε να αποκτήσουν τη μέγιστη σταθερότητα στη θεμελιώδη κατάσταση.

Άρα, λοιπόν, **οι υποστιβάδες στις οποίες τα ηλεκτρόνια έχουν τη μικρότερη ενέργεια συμπληρώνονται πρώτες.**

25. Από ποιους παράγοντες καθορίζεται η ενέργεια των ηλεκτρονίων και πώς ;

Απάντηση :

Η ενέργεια των ηλεκτρονίων καθορίζεται από δύο παράγοντες : την **έλξη μεταξύ πυρήνα και ηλεκτρονίου** και τις **απόψεις μεταξύ των ηλεκτρονίων του ατόμου**.

Από φυσική άποψη η ελκτική κατάσταση σημαίνει αρνητική (χαμηλή) ενέργεια, ενώ η απωστική κατάσταση σημαίνει θετική (υψηλή) ενέργεια.

Η έλξη ηλεκτρονίου - πυρήνα καθορίζεται από τον κύριο κβαντικό αριθμό n . Όσο μικρότερος είναι ο n , τόσο μεγαλύτερη θα είναι η έλξη και επομένως τόσο χαμηλότερη θα είναι η ενέργεια του ηλεκτρονίου.

Ο δευτερεύων κβαντικός αριθμός ℓ είναι ενδεικτικός της διηλεκτρονιακής άπωσης. Όσο μικρότερος ο ℓ , τόσο μικρότερη θα είναι η άπωση και επομένως τόσο χαμηλότερη θα είναι η ενέργεια του ηλεκτρονίου.

Καθώς μειώνονται οι κβαντικοί αριθμοί n και ℓ , μειώνεται και η ενέργεια του ηλεκτρονίου.

26. Τι ισχύει για την ενέργεια μεταξύ δύο υποστιβάδων ;

Απάντηση :

Γενικά ισχύει ότι **ανάμεσα σε δύο υποστιβάδες, τη χαμηλότερη ενέργεια έχει εκείνη, η οποία έχει το μικρότερο άθροισμα των δύο πρώτων κβαντικών αριθμών ($n + \ell$).** Στην περίπτωση που το άθροισμα αυτό είναι το ίδιο, τότε τη μικρότερη ενέργεια έχει αυτή η υποστιβάδα με το μικρότερο n , επειδή η έλξη πυρήνα - ηλεκτρονίου είναι πιο καθοριστικός παράγοντας από τη διηλεκτρονιακή άπωση.

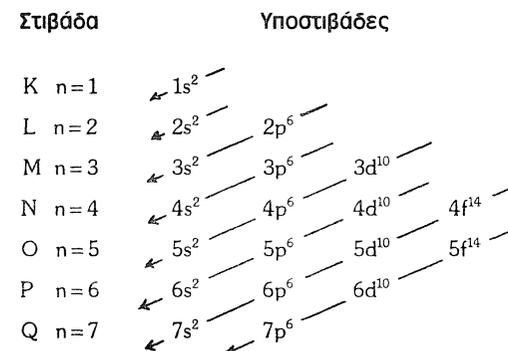
27. Ποια θα είναι η σειρά κατάληψης των υποστιβάδων από ηλεκτρόνια ;

Απάντηση :

Σύμφωνα με τον κανόνα για την κατάληψη των υποστιβάδων από ηλεκτρόνια η σειρά με την οποία κατανομούνται τα ηλεκτρόνια σε υποστιβάδες είναι η εξής :

1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s, 5f, 6d, 7p κτλ.

Για ευκολία η παραπάνω σειρά μπορεί να παρασταθεί και ως εξής (η φορά των βελών δείχνει τη σειρά κατάληψης των υποστιβάδων από ηλεκτρόνια) :



28. Ποια από τις παρακάτω υποστιβάδες έχει μεγαλύτερη ενέργεια :
 α) 2s ή 2p, β) 4s ή 3d :

Απάντηση :

α) Επειδή θα έχουν ίδιο κύριο κβαντικό αριθμό (n), μεγαλύτερη ενέργεια θα έχει αυτή με τον μεγαλύτερο δευτερεύοντα κβαντικό αριθμό (ℓ).

Για την υποστιβάδα s, ℓ = 0, ενώ για την p, ℓ = 1, οπότε μεγαλύτερη ενέργεια θα έχει η 2p.

β) Εξετάζουμε το άθροισμα n + ℓ : για την υποστιβάδα 4s, το άθροισμα αυτό θα είναι ίσο με 4+0=4, ενώ για την υποστιβάδα 3d, το άθροισμα αυτό θα είναι ίσο με 3 + 2 = 5, οπότε μεγαλύτερη ενέργεια θα έχει η 3d.

Για αυτό η υποστιβάδα 4s καταλαμβάνεται πριν την υποστιβάδα 3d.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ : Μετά την εισαγωγή ηλεκτρονίων στην υποστιβάδα 3d έχει λιγότερη ενέργεια από την 4s. Ανάλογα ισχύει και για τις 4d και 5s.

π.χ. ${}_{26}\text{Fe} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$ όταν έχουμε ιοντισμό από Fe σε Fe^{2+} αποβάλλονται τα 4s και όχι τα 3d ηλεκτρόνια, δηλαδή $\text{Fe}^{2+} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$.

Επίσης σε ορισμένες περιπτώσεις η κατανομή των ηλεκτρονίων δεν είναι αυτή που προβλέπεται με βάση τις αρχές δόμησης.

π.χ. ${}_{24}\text{Cr} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ και όχι $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$, επειδή η ημισυμπληρωμένη d υποστιβάδα είναι σταθερή δομή.

29. Σε ένα ποήληλεκτρονιακό άτομο, ποια κατάσταση λέγεται θεμελιώδης και ποια διεγερμένη :

Απάντηση :

Η κατάσταση ενός πολυηλεκτρονιακού ατόμου με τη μικρότερη δυνατή ενέργεια, λέγεται **θεμελιώδης** κατάσταση Στην κατάσταση αυτή συμπληρώνονται πρώτες οι υποστιβάδες, στις οποίες τα ηλεκτρόνια έχουν τη μικρότερη ενέργεια.

Κάθε άλλη κατάσταση, στην οποία ορισμένα ηλεκτρόνια βρίσκονται σε υποστιβάδες μεγαλύτερης ενέργειας, χωρίς να έχουν συμπληρωθεί οι υποστιβάδες με τη μικρότερη ενέργεια με τον μέγιστο αριθμό ηλεκτρονίων που μπορεί να περιέχουν, λέγεται **διεγερμένη**.

π.χ. για το άτομο του δείου (Z = 16) η θεμελιώδης κατάσταση θα είναι : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

Οποιαδήποτε άλλη κατάσταση, στην οποία τα ηλεκτρόνια βρίσκονται σε υποστιβάδα μεγαλύτερης ενέργειας π.χ. 4s, 3d, 4p κτλ. θα είναι διεγερμένη.

Αρα, καταστάσεις όπως : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3 4s^1$, $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2 4s^1 3d^1$ θα είναι διεγερμένες.

ΑΠΑΓΟΡΕΥΤΙΚΗ ΑΡΧΗ ΤΟΥ PAULI

30. Τι ορίζει η απαγορευτική αρχή του Pauli :

Απάντηση :

Η απαγορευτική αρχή του Pauli ορίζει ότι **σε δεδομένο άτομο δεν μπορούν να υπάρξουν δύο ηλεκτρόνια με την ίδια τετράδα κβαντικών αριθμών**.

Σε κάθε τροχιακό, λοιπόν, που ορίζεται από μία τριάδα κβαντικών αριθμών n, ℓ και m_ℓ , θα υπάρχει η δυνατότητα εύρεσης μέχρι δύο ηλεκτρονίων, ενός με κβαντικό αριθμό $m_\ell = +\frac{1}{2}$ και ενός με $m_\ell = -\frac{1}{2}$.

Με άλλα λόγια η αρχή του Pauli δηλώνει ότι **σε οποιοδήποτε τροχιακό μπορούν να τοποθετηθούν μέχρι δύο ηλεκτρόνια, τα οποία έχουν αντίθετη ιδιοπεριστροφή**.

31. Ποιος θα είναι ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων σε ένα τροχιακό :

Απάντηση :

Ένα ηλεκτρόνιο, θα έχει μια συγκεκριμένη τετράδα κβαντικών αριθμών. Για μία δεδομένη τριάδα (n, ℓ, m_ℓ) ο κβαντικός αριθμός του spin θα παίρνει τις τιμές $m_s = \pm \frac{1}{2}$.

Αρα θα έχουμε τις τετράδες : (n, ℓ, $m_\ell, +\frac{1}{2}$) (n, ℓ, $m_\ell, -\frac{1}{2}$)

Δεν μπορεί να υπάρξει τρίτο ηλεκτρόνιο στο τροχιακό αυτό επειδή θα έχει μία από αυτές τις τετράδες, πράγμα που αντίκειται στην απαγορευτική αρχή του Pauli.

Συνεπώς, **ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων σε ένα τροχιακό είναι δύο (2), τα οποία θα έχουν αντίθετα spin**.

32. Να εξηγήσετε γιατί δύο ηλεκτρόνια που καταλαμβάνουν το ίδιο τροχιακό δεν δημιουργούν μαγνητικό πεδίο.

Απάντηση :

Τα δύο ηλεκτρόνια που καταλαμβάνουν το ίδιο τροχιακό θα έχουν αντίθετες ιδιοπεριστροφές (spin), δηλαδή το ένα θα κινείται δεξιόστροφα και το άλλο αριστερόστροφα και θα αλληλοαναίρονται. Μαγνητικό πεδίο δημιουργούν κατά την ιδιοπεριστροφή τους μονήρη (μονά) ηλεκτρόνια.

33. Γιατί μία υποστιβάδα s δεν μπορεί να περιέχει τρία (3) ηλεκτρόνια :

Απάντηση :

Στην υποστιβάδα s θα περιέχονται δύο ηλεκτρόνια που θα έχουν τετράδες κβαντικών αριθμών (n, 0, 0, $+\frac{1}{2}$), (n, 0, 0, $-\frac{1}{2}$), όπου n ο κύριος κβαντικός αριθμός της στιβάδας στην οποία ανήκει το ηλεκτρόνιο. Εάν υπήρχε και τρίτο ηλεκτρόνιο, θα έπρεπε να είχε μία από τις δύο αυτές τετράδες, πράγμα που αντίκειται στην απαγορευτική αρχή του Pauli.

**34. α) Ποιος είναι ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων σε μια υποστιβάδα p και γιατί ;
 β) Ποιος είναι ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων σε υποστιβάδες d, f και γιατί ;**

Απάντηση :

α) Η **υποστιβάδα p** χαρακτηρίζεται από ℓ = 1, οπότε οι δυνατές τετράδες κβαντικών αριθμών σε αυτήν είναι :

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

όπου n ο κύριος κβαντικός αριθμός της στιβάδας στην οποία ανήκει το ηλεκτρόνιο (n ≥ 2).

Δηλαδή μια υποστιβάδα p χωράει μέχρι 6 ηλεκτρόνια, κατανεμημένα ανά δύο σε 3 τροχιακά.

β) Η **υποστιβάδα d** χαρακτηρίζεται από ℓ = 2, οπότε οι δυνατές τετράδες κβαντικών αριθμών σε αυτήν είναι :

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

(n, 2, 1, $+\frac{1}{2}$), (n, 2, 1, $-\frac{1}{2}$), (n, 2, 2, $+\frac{1}{2}$) και (n, 2, 2, $-\frac{1}{2}$),

όπου n ο κύριος κβαντικός αριθμός της στιβάδας στην οποία ανήκει το ηλεκτρόνιο.

Δηλαδή μια υποστιβάδα d χωράει μέχρι 10 ηλεκτρόνια, κατανεμημένα ανά δύο σε 5 τροχιακά.

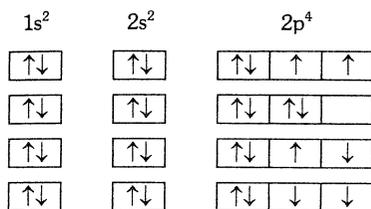
Η **υποστιβάδα f** χαρακτηρίζεται από ℓ = 3, οπότε προκύπτουν επτά (7) δυνατές τιμές του m_ℓ :

-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3. Για καθεμία από αυτές τις τιμές υπάρχουν δύο τιμές m_s ($-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2}$).

Αρα προκύπτουν συνολικά δεκατέσσερις (14) τετράδες κβαντικών αριθμών.

Δηλαδή μια υποστιβάδα f χωράει μέχρι 14 ηλεκτρόνια, κατανεμημένα ανά δύο σε 7 τροχιακά.

β) Για το οξυγόνο ($Z = 8$) η κατανομή θα είναι $1s^2 2s^2 2p^4$ και τα τροχιακά μπορούν να συμπληρωθούν ως εξής:



Το άθροισμα spin των ηλεκτρονίων της εξωτερικής υποστιβάδας $2p$ στην πρώτη κατανομή είναι $(+\frac{1}{2} - \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2}) = 1$, για τη δεύτερη και για την τρίτη κατανομή είναι $(+\frac{1}{2} - \frac{1}{2} + \frac{1}{2} - \frac{1}{2}) = 0$, ενώ για την τέταρτη είναι $(+\frac{1}{2} - \frac{1}{2} - \frac{1}{2} - \frac{1}{2}) = -1$.

Η σωστή λοιπόν είναι η πρώτη, επειδή έχει το μεγαλύτερο άθροισμα spin.

1.3. ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΥ ΠΙΝΑΚΑ

40. Πώς κατατάσσονται τα στοιχεία σε περιόδους και σε ομάδες του Περιοδικού Πίνακα;

Απάντηση :

Η κατάταξη των στοιχείων στον περιοδικό πίνακα γίνεται με βάση την ηλεκτρονιακή τους δομή. Για παράδειγμα το οξυγόνο (${}_8\text{O}$) θα έχει δομή: $1s^2 2s^2 2p^4$, άρα θα ανήκει στη δεύτερη περίοδο (οριζόντια σειρά) επειδή έχει δύο στιβάδες και στην VI_A ομάδα, επειδή έχει 6 e στην εξωτερική στιβάδα.

Συμπερασματικά:

- Ο αριθμός των στιβάδων που χρησιμοποιούνται για τη δόμηση του ατόμου ενός στοιχείου συμπίπτει με τον αριθμό της περιόδου και
- Ο αριθμός των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας καθορίζει την ομάδα που ανήκει το στοιχείο (για τις κύριες ομάδες I_A έως VIII_A)

41. Τι είναι τομέας και ποιοι είναι οι τομείς του περιοδικού πίνακα; Ποιοι τομείς αποτελούν τις κύριες ομάδες του Π.Π. και ποιοι τις δευτερεύουσες;

Απάντηση :

Τομέας του περιοδικού πίνακα είναι ένα σύνολο στοιχείων των οποίων τα άτομα έχουν τα τελευταία τους ηλεκτρόνια (δηλαδή με τη μέγιστη ενέργεια) στον ίδιο τύπο υποστιβάδας.

Με βάση αυτό, ο περιοδικός πίνακας μπορεί να διαιρεθεί σε τέσσερις (4) τομείς: **s**, **p**, **d** και **f**.

Οι τομείς **s** και **p** αποτελούν τις **κύριες ομάδες** και οι τομείς **d** και **f** τις **δευτερεύουσες**.

Παραδείγματα :

${}_8\text{O} : 1s^2 2s^2 2p^4 \rightarrow$ ανήκει στον τομέα p

${}_{11}\text{Na} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 \rightarrow$ ανήκει στον τομέα s

${}_{25}\text{Mn} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5 \rightarrow$ ανήκει στον τομέα d

${}_{58}\text{Ce} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6 6s^2 4f^2 \rightarrow$ ανήκει στον τομέα f

42. Ποιος είναι ο αριθμός των στοιχείων στους τομείς s και p για τα στοιχεία που ανήκουν στην ίδια περίοδο;

Απάντηση :

Επειδή η υποστιβάδα s έχει μέχρι δύο (2) e, ο τομέας s θα έχει δύο (2) ομάδες :

	ns^1	ns^2	(n : κύριος κβαντικός αριθμός)
Κλασική αρίθμηση	I_A	II_A	
Νέα αρίθμηση	1	2	
	αλκάλια	αλκαλικές γαιές	

Επειδή η υποστιβάδα p έχει μέχρι έξι (6) e, ο τομέας s θα έχει έξι (6) ομάδες :

	np^1	np^2	np^3	np^4	np^5	np^6
Κλασική αρίθμηση	III_A	IV_A	V_A	VI_A	VII_A	VIII_A (0)
Νέα αρίθμηση	13	14	15	16	17	18
					αλογόνα	ευγενή αέρια

43. Να βρεθεί η ηλεκτρονιακή δομή των στοιχείων που ανήκουν:
α) στον s τομέα και την 3η περίοδο
β) στον p τομέα και τη 2η περίοδο

Απάντηση :

α) 3η περίοδος
s τομέας $\Rightarrow 3s$ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ $Z = 11$
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ $Z = 12$ δύο στοιχεία

β) 2η περίοδος
p τομέας $\Rightarrow 2p$ $1s^2 2s^2 2p^1$ $Z = 5$ $1s^2 2s^2 2p^4$ $Z = 8$
 $1s^2 2s^2 2p^2$ $Z = 6$ $1s^2 2s^2 2p^5$ $Z = 9$ έξι στοιχεία
 $1s^2 2s^2 2p^3$ $Z = 7$ $1s^2 2s^2 2p^6$ $Z = 10$

44. Ποιος είναι ο αριθμός των στοιχείων στους τομείς d και f για τα στοιχεία που ανήκουν στην ίδια περίοδο; Πώς ονομάζονται τα στοιχεία του τομέα d; Τι περιλαμβάνει ο τομέας f;

Απάντηση :

Επειδή η υποστιβάδα d περιλαμβάνει μέχρι δέκα (10) e, ο τομέας d θα έχει δέκα (10) ομάδες (δευτερεύουσες ομάδες).

Τα στοιχεία που περιέχονται στον τομέα αυτό, ονομάζονται **στοιχεία μετάπτωσης** (εκτός της II_B ομάδας, της οποίας τα στοιχεία έχουν συμπληρωμένη την d υποστιβάδα).

Επειδή η υποστιβάδα f περιλαμβάνει μέχρι δεκατέσσερα (14) e, ο τομέας f θα έχει δεκατέσσερις (14) ομάδες.

Στον τομέα αυτό περιλαμβάνονται οι **λανθανίδες** (ατομικοί αριθμοί 58 – 71), που ανήκουν στην 6η περίοδο και οι **ακτινίδες** (ατομικοί αριθμοί 90 – 103), που ανήκουν στην 7η περίοδο.

**45. α) Πόσες σειρές στοιχείων μετάπτωσης υπάρχουν στον περιοδικό πίνακα ;
β) Ποιες οι κοινές ιδιότητες των στοιχείων μετάπτωσης ;**

Απάντηση :

- α) Τα στοιχεία μετάπτωσης περιέχονται στον τομέα d του περιοδικού πίνακα, έτσι θα αρχίζουν από την 4n περίοδο (n υποστιβάδα 4s συμπληρώνεται πριν την 3d). Διακρίνουμε τρεις (3) σειρές :
- 1n σειρά : 4n περίοδος → συμπληρώνεται η 3d υποστιβάδα
2n σειρά : 5n περίοδος → συμπληρώνεται η 4d υποστιβάδα
3n σειρά : 6n περίοδος → συμπληρώνεται η 5d υποστιβάδα
- β) Τα στοιχεία μετάπτωσης έχουν πολλές κοινές ιδιότητες, όπως :
- έχουν μεταλλικό χαρακτήρα,
 - έχουν πολλούς αριθμούς οξειδωσης (υπάρχουν και εξαιρέσεις π.χ. Sc, Ag κλπ.),
 - σχηματίζουν σύμπλοκα ιόντα και ενώσεις, όπου το στοιχείο μετάπτωσης είναι το κεντρικό άτομο, ενωμένο με αρνητικά ιόντα ή ουδέτερα μόρια (υποκαταστάτες),
 - σχηματίζουν κατά κανόνα έγχρωμες ενώσεις,
 - χρησιμοποιούνται συνήθως ως καταλύτες αντιδράσεων,
 - είναι παραμαγνητικά, έλκονται δηλαδή από το μαγνητικό πεδίο (επειδή έχουν ένα ή περισσότερα μονήρη ηλεκτρόνια)

1.4. ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΟΡΙΣΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΟΔΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ

ΑΤΟΜΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ

46. Πώς ορίζεται η ατομική ακτίνα ενός στοιχείου ;

Απάντηση :

Η ατομική ακτίνα ορίζεται ως το μισό της απόστασης μεταξύ των πυρήνων δύο γειτονικών ατόμων όπως αυτά διατάσσονται στο κρυσταλλικό πλέγμα του στοιχείου.

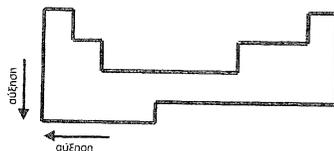
47. Πώς μεταβάλλεται η ατομική ακτίνα σε μια περίοδο και σε μια ομάδα του περιοδικού πίνακα ;

Απάντηση :

Σε μια περίοδο, η ατομική ακτίνα αυξάνεται από τα δεξιά προς τα αριστερά.

Σε μια ομάδα, η ατομική ακτίνα αυξάνεται από πάνω προς τα κάτω.

Σχηματικά, αυτό φαίνεται στο διπλανό σχήμα.



**48. α) Να συγκρίνετε την ατομική ακτίνα του $_{20}\text{Ca}$ και του $_{38}\text{Sr}$ και να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.
β) Να συγκρίνετε την ατομική ακτίνα του $_{37}\text{Rb}$ και του $_{38}\text{Sr}$ και να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.
γ) Να συγκρίνετε την ατομική ακτίνα του $_{55}\text{Cs}$ και του $_{39}\text{Sr}$ και να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.**

Απάντηση :

- α) $_{20}\text{Ca} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 \rightarrow 4n$ περίοδος, II_A ομάδα
 $_{38}\text{Sr} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^2 \rightarrow 5n$ περίοδος, II_A ομάδα
Επειδή ανήκουν στην ίδια ομάδα, μεγαλύτερη ατομική ακτίνα θα έχει το Sr που βρίσκεται κάτω από το Ca.
- β) $_{37}\text{Rb} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^1 \rightarrow 5n$ περίοδος, I_A ομάδα
 $_{38}\text{Sr} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^2 \rightarrow 5n$ περίοδος, II_A ομάδα
Επειδή ανήκουν στην ίδια περίοδο, μεγαλύτερη ατομική ακτίνα θα έχει το Rb που βρίσκεται πιο αριστερά από το Sr.
- γ) $_{38}\text{Sr} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^2 \rightarrow 5n$ περίοδος, II_A ομάδα
 $_{55}\text{Cs} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6 6s^1 \rightarrow 6n$ περίοδος, I_A ομάδα
Μεγαλύτερη ατομική ακτίνα θα έχει το Cs, επειδή βρίσκεται πιο κάτω και πιο αριστερά από το Sr.

49. Να κατατάξετε τα παρακάτω στοιχεία κατ' αυξανόμενη ατομική ακτίνα :

$_{11}\text{Na}$, $_{19}\text{K}$, $_{13}\text{Al}$, $_{12}\text{Mg}$.

Απάντηση :

- $_{11}\text{Na} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 \rightarrow 3n$ περίοδος, I_A ομάδα
 $_{19}\text{K} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 \rightarrow 4n$ περίοδος, I_A ομάδα
 $_{13}\text{Al} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1 \rightarrow 3n$ περίοδος, III_A ομάδα
 $_{12}\text{Mg} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 \rightarrow 3n$ περίοδος, II_A ομάδα

Σε ένα πρόχειρο σχεδιάγραμμα, κατατάσσονται ως εξής :

I _A	II _A	.....	III _A
.....
Na	Mg	.....	Al
K			

Μεταξύ των Na, Mg και Al το Na θα έχει τη μεγαλύτερη ακτίνα, επειδή βρίσκεται πιο αριστερά και το Al θα έχει τη μικρότερη, επειδή βρίσκεται πιο δεξιά.
Μεταξύ Na και K, το K θα έχει τη μεγαλύτερη ατομική ακτίνα, επειδή βρίσκεται κάτω από το Na.

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΙΟΝΤΙΣΜΟΥ

50. α) Τι ονομάζουμε ενέργεια πρώτου ιοντισμού ;

β) Να αποδώσετε τις εξισώσεις των αντιδράσεων του πρώτου και του δεύτερου ιοντισμού ενός μετάλλου M.

Απάντηση :

- α) Ενέργεια πρώτου ιοντισμού (E_{1i}) ονομάζεται η ελάχιστη ενέργεια που απαιτείται για την πλήρη απομάκρυνση ενός ηλεκτρονίου από ουδέτερο άτομο, που βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση.
- β) Για τον πρώτο ιοντισμό : $M_{(g)} \rightarrow M_{(g)}^+ + e^- \quad E_{1i} = \Delta H_1 > 0$
Για το δεύτερο ιοντισμό : $M_{(g)}^+ \rightarrow M_{(g)}^{2+} + e^- \quad E_{2i} = \Delta H_2 > 0$

**51. α) Γιατί η αντίδραση ιοντισμού είναι ενδόθερμη ;
β) Γιατί η ενέργεια του δεύτερου ιοντισμού είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή του πρώτου ;**

Απάντηση :

- α) Η αντίδραση ιοντισμού είναι ενδόθερμη, αφού για να απομακρυνθεί το ηλεκτρόνιο απαιτείται ενέργεια, ώστε να κατανηκθούν οι ελκτικές δυνάμεις από τον πυρήνα.
β) Η ενέργεια του δεύτερου ιοντισμού έχει πολύ μεγαλύτερη τιμή από αυτή του πρώτου, αφού το ηλεκτρόνιο απομακρύνεται ευκολότερα από ένα ουδέτερο άτομο, παρά από ένα ιόν.

52. Πώς μεταβάλλεται η ενέργεια πρώτου ιοντισμού κατά κανόνα σε μια περίοδο και σε μια ομάδα του περιοδικού πίνακα ;

Απάντηση :

Η ενέργεια ιοντισμού σε μια περίοδο αυξάνεται από αριστερά προς τα δεξιά και σε μια ομάδα από κάτω προς τα πάνω.

Σχηματικά, αυτό φαίνεται στο διπλανό σχήμα.



Γενικά, **τα μέταλλα** έχουν μικρές τιμές ενέργειας ιοντισμού, με αποτέλεσμα να μετατρέπονται εύκολα σε κατιόντα, γι' αυτό χαρακτηρίζονται ως **ηλεκτροθετικά στοιχεία**.

Έτσι, τη μικρότερη ενέργεια ιοντισμού, δηλαδή μεγαλύτερη τάση αποβολής ηλεκτρονίων, θα έχουν τα μέταλλα που βρίσκονται προς τα κάτω και αριστερά στον περιοδικό πίνακα (π.χ. Cs, Rb).

**53. Να συγκριθούν οι ενέργειες πρώτου ιοντισμού για τα παρακάτω ζευγάρια :
α) ${}_{11}\text{Na}$, ${}_{19}\text{K}$, β) ${}_{19}\text{K}$, ${}_{20}\text{Ca}$, γ) ${}_{12}\text{Mg}$, ${}_{19}\text{K}$
και να δικαιολογηθούν οι απαντήσεις.**

Απάντηση :

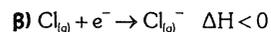
- α) ${}_{11}\text{Na}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 \rightarrow 3n$ περίοδος, I_A ομάδα
 ${}_{19}\text{K}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 \rightarrow 4n$ περίοδος, I_A ομάδα
Μικρότερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού θα έχει το K, επειδή βρίσκεται κάτω από το Na.
β) ${}_{19}\text{K}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 \rightarrow 4n$ περίοδος, I_A ομάδα
 ${}_{20}\text{Ca}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 \rightarrow 4n$ περίοδος, II_A ομάδα
Μικρότερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού θα έχει το K, επειδή βρίσκεται αριστερά από το Ca.
γ) ${}_{12}\text{Mg}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 \rightarrow 3n$ περίοδος, II_A ομάδα
 ${}_{19}\text{K}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 \rightarrow 4n$ περίοδος, I_A ομάδα
Μικρότερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού θα έχει το κάλιο, επειδή βρίσκεται κάτω και αριστερά από το μαγνήσιο.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΟΣΥΓΓΕΝΕΙΑ (ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑΚΗ ΣΥΓΓΕΝΕΙΑ)

**54. α) Τι είναι ηλεκτρονιοσυγγένεια ;
β) Να αποδώσετε την αντίδραση πρόσληψης ηλεκτρονίου από ένα άτομο χλωρίου.**

Απάντηση :

- α) Ηλεκτρονιοσυγγένεια (E_{ea}) είναι η ενέργεια που ελευθερώνεται κατά την πρόσληψη ενός ηλεκτρονίου από άτομο που βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση και στην αέρια φάση.



**55. α) Γιατί οι αντιδράσεις πρόσληψης ηλεκτρονίου είναι συνήθως εξώθερμες ;
β) Τι συμβαίνει με τη δεύτερη ηλεκτρονιοσυγγένεια ;**

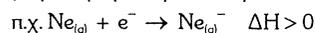
Απάντηση :

- α) Οι αντιδράσεις πρόσληψης ηλεκτρονίου είναι συνήθως εξώθερμες, επειδή το ηλεκτρόνιο τοποθετείται σε ένα περιβάλλον, όπου ασκούνται πάνω του ελκτικές δυνάμεις που δεν υπήρχαν πριν.
β) Κατά αντιστοιχία με την ενέργεια ιοντισμού διακρίνουμε δεύτερη, τρίτη κλπ. ηλεκτρονιοσυγγένεια π.χ. $\text{O}_{(g)}^- + e^- \rightarrow \text{O}_{(g)}^{2-} \quad E_{ea}(2) \quad \Delta H_2 > 0$
Η αντίδραση αυτή είναι ενδόθερμη, επειδή απαιτείται ενέργεια για να προσληφθεί ηλεκτρόνιο από ένα αρνητικά φορτισμένο ιόν, λόγω άπωσης.

56. Γιατί για ένα ευγενές αέριο η πρόσληψη ηλεκτρονίου είναι ενδόθερμη αντίδραση ;

Απάντηση :

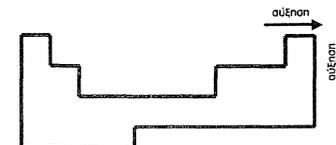
Για ένα ευγενές αέριο, η πρόσληψη ηλεκτρονίου θα είναι ενδόθερμη αντίδραση, επειδή απαιτείται ενέργεια για να καταστραφεί η σταθερή κατάσταση στην οποία βρίσκεται αυτό (συμπληρωμένη με ηλεκτρόνια η εξωτερική στιβάδα).



57. Πώς μεταβάλλεται κατά κανόνα, η απόλυτη τιμή της ηλεκτρονιοσυγγένειας των στοιχείων σε μια περίοδο και σε μια ομάδα του περιοδικού πίνακα ;

Απάντηση :

Κατά κανόνα, στον περιοδικό πίνακα, η ηλεκτρονιοσυγγένεια (κατά απόλυτη τιμή) σε μια περίοδο αυξάνεται από αριστερά προς τα δεξιά και σε μια ομάδα από κάτω προς τα πάνω. Σχηματικά, αυτό φαίνεται στο διπλανό σχήμα.



Γενικά, **τα αμέταλλα** έχουν μεγάλες ηλεκτρονιοσυγγένειες (κατά απόλυτη τιμή), με αποτέλεσμα να μετατρέπονται εύκολα σε ανιόντα, γι' αυτό χαρακτηρίζονται ως **ηλεκτραρνητικά στοιχεία**.

Έτσι, τη μεγαλύτερη ηλεκτρονιοσυγγένεια, δηλαδή μεγαλύτερη τάση πρόσληψης ηλεκτρονίων, θα έχουν τα αμέταλλα που βρίσκονται προς τα πάνω και δεξιά στον περιοδικό πίνακα (π.χ. F, O).

58. Πώς σχετίζεται η ατομική ακτίνα με τις τιμές της ενέργειας ιοντισμού και της ηλεκτρονιοσυγγένειας για ένα στοιχείο ;

Απάντηση :

- Όσο **μεγαλύτερη είναι η ατομική ακτίνα**, τόσο μικρότερη είναι η έλξη πυρήνα – ηλεκτρονίου, άρα το ηλεκτρόνιο μπορεί να αποσπαστεί ευκολότερα. Αυτό σημαίνει **μικρή τιμή ενέργειας ιοντισμού**.
- Όσο **μικρότερη είναι η ατομική ακτίνα**, τόσο πιο εύκολα προσλαμβάνεται ηλεκτρόνιο, γιατί υπάρχει μεγαλύτερη έλξη πυρήνα - ηλεκτρονίου. Αυτό σημαίνει **μεγάλη ηλεκτρονιοσυγγένεια** (κατά απόλυτη τιμή). Συμπερασματικά, οι τιμές της ενέργειας ιοντισμού και της ηλεκτρονιοσυγγένειας μεταβάλλονται **αντιστρόφως ανάλογα** με την ατομική ακτίνα.

1.5. ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑΚΟΙ ΤΥΠΟΙ και ΣΧΗΜΑΤΑ ΜΟΡΙΩΝ

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΚΑΤΑ LEWIS

59. Ποιες είναι οι βασικές αρχές της θεωρίας του Lewis για την αλληλεπίδραση των ατόμων προς σχηματισμό χημικών δεσμών ;

Απάντηση :

Οι βασικές αρχές της θεωρίας αυτής είναι οι ακόλουθες:

1. Τα **ηλεκτρόνια σθένους** παίζουν το σημαντικότερο ρόλο στη διαδικασία σχηματισμού του χημικού δεσμού.
2. Όταν γίνεται μεταφορά ηλεκτρονίου (-ων) από ένα άτομο σε ένα άλλο (**ιοντικός δεσμός**), δημιουργούνται **ανιόντα και κατιόντα** που έλκονται με ηλεκτροστατικές δυνάμεις.
3. Ορισμένα ζεύγη ηλεκτρονίων ανήκουν από κοινού σε δύο άτομα, οπότε σχηματίζεται **ομοιοπολικός δεσμός**.
4. Η μεταφορά ή η αμοιβαία συνεισφορά ηλεκτρονίων γίνεται προκειμένου τα άτομα να αποκτήσουν δομή ευγενούς αερίου, δηλαδή **οκτάδα ηλεκτρονίων σθένους**, η οποία αντιστοιχεί σε χαμηλή ενεργειακή κατάσταση.

60. Ποια είναι η συνηθισμένη διαδικασία εύρεσης του ηλεκτρονιακού τύπου ενός μορίου;

Απάντηση :

Μια συνηθισμένη διαδικασία εύρεσης του ηλεκτρονιακού τύπου, δηλαδή του τύπου που δείχνει την κατανομή των ηλεκτρονίων σθένους ανάμεσα στα άτομα ενός μορίου είναι η εξής:

1. Απαριθμούνται τα ηλεκτρόνια σθένους των ατόμων που συμμετέχουν στο μόριο. Αν πρόκειται για πολυατομικό ανιόν ή κατιόν, στο παραπάνω άθροισμα προστίθεται ή αφαιρείται αντίστοιχα το φορτίο του ιόντος.
2. Βρίσκεται το **κεντρικό** άτομο και συνδέεται με τα **περιφερειακά** άτομα στην αρχή με απλούς δεσμούς (**δεσμικά ζεύγη** ηλεκτρονίων). Το κεντρικό άτομο είναι εκείνο το άτομο το οποίο στο μοριακό τύπο της ένωσης έχει δείκτη 1, ενώ αν υπάρχουν δύο ή περισσότερα τέτοια άτομα, το λιγότερο ηλεκτραρνητικό από αυτά. Στις ενώσεις που περιέχουν οξυγόνο και υδρογόνο συνδέονται τα άτομα υδρογόνου με άτομα οξυγόνου και αυτά με το κεντρικό άτομο (υπάρχουν και εξαιρέσεις). Τα άτομα του υδρογόνου είναι περιφερειακά και συμπληρώνουν τη στιβάδα σθένους τους με δύο ηλεκτρόνια.

3. Αφαιρούνται από τα συνολικά ηλεκτρόνια σθένους που μετρήθηκαν στο στάδιο 1, τα δεσμικά ηλεκτρόνια που έχουν ήδη κατανεμηθεί στο στάδιο 2.
4. Κατανέμονται τα υπόλοιπα ηλεκτρονιακά ζεύγη, ως μη δεσμικά ζεύγη, πρώτα στα περιφερειακά άτομα (εκτός από τα άτομα του υδρογόνου), ώστε να συμπληρώσουν **οκτάδα ηλεκτρονίων**. Όσα ζεύγη περισσέγουν, τοποθετούνται στο κεντρικό άτομο.
5. Αν μετά την κατανομή αυτή το κεντρικό άτομο δεν έχει συμπληρωμένη οκτάδα ηλεκτρονίων σθένους, μετατρέπονται ορισμένα **μη δεσμικά ζεύγη** ηλεκτρονίων σε δεσμικά, δημιουργώντας έτσι πολλαπλούς δεσμούς μεταξύ κεντρικού και περιφερειακών ατόμων.

61. Να γραφεί η δομή κατά Lewis του H₂O. Δίνονται : ${}_1\text{H}$, ${}_8\text{O}$.

Απάντηση :

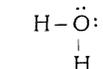
Βρίσκουμε τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας
 ${}_1\text{H}: 1s^1 : 1$ ηλεκτρόνιο, ${}_8\text{O}: 1s^2 2s^2 2p^4 : 6$ ηλεκτρόνια. Κεντρικό άτομο θα είναι το οξυγόνο
 Άρα συνολικά τα ηλεκτρόνια σθένους είναι: $1 \cdot 2 (\text{H}) + 6 (\text{O}) = 8e$

Δημιουργούμε δεσμούς μεταξύ του ατόμου του οξυγόνου και των ατόμων του υδρογόνου:



Με τους δύο δεσμούς τοποθετήσαμε $2 \cdot 2 = 4e$.

Άρα μένουν $8 - 4 = 4e$. Τα ηλεκτρόνια αυτά δεν μπορούν να τοποθετηθούν στα υδρογόνα, άρα τοποθετούνται στο κεντρικό άτομο, το οξυγόνο:



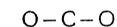
Κάνουμε την επαλήθευση, μετρώντας το συνολικό αριθμό των ηλεκτρονίων (δεσμικών και ασύζευκτων ζευγών).

62. Να βρεθεί ο ηλεκτρονιακός τύπος του CO₂. Δίνονται : ${}_6\text{C}$, ${}_8\text{O}$.

Απάντηση :

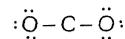
Βρίσκουμε τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας
 ${}_6\text{C}: 1s^2 2s^2 2p^2 : 4$ ηλεκτρόνια, ${}_8\text{O}: 1s^2 2s^2 2p^4 : 6$ ηλεκτρόνια
 Κεντρικό άτομο θα είναι ο άνθρακας (επειδή έχει μικρότερο ατομικό αριθμό)
 Ηλεκτρόνια σθένους: $4(\text{C}) + 2 \cdot 6 (\text{O}) = 16 e$.

Δημιουργούμε δεσμούς μεταξύ του ατόμου του άνθρακα και των ατόμων του οξυγόνου:



Με τους δύο δεσμούς τοποθετήσαμε $2 \cdot 2 = 4e$.

Άρα μένουν: $16 - 4 = 12 e$ τα τοποθετούμε στα δύο άτομα του οξυγόνου:

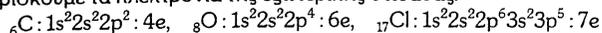


Το άτομο του C έχει 4e από τους δύο (2) ομοιοπολικούς δεσμούς. Χρειάζεται άλλα δύο ζευγάρια για να συμπληρώσει οκτάδα e σθένους. Γι' αυτό, δύο ασύζευκτα ζεύγη ηλεκτρονίων των ατόμων οξυγόνου μετατρέπονται σε δεσμικά. Έτσι δημιουργούνται δύο διπλοί δεσμοί. $\Rightarrow \text{:}\ddot{\text{O}}=\text{C}=\ddot{\text{O}}\text{:}$

63. Το διχλωρίδιο του ανθρακικού οξέος (φωσγένιο, COCl_2) χρησιμοποιήθηκε από τους Γερμανούς κατά τη διάρκεια του Α' Παγκόσμιου Πολέμου ως Πολεμική Χημική Ουσία. Να γραφεί η δομή του κατά Lewis. Δίνονται: ${}_6\text{C}$, ${}_8\text{O}$, ${}_{17}\text{Cl}$

Απάντηση :

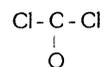
Βρίσκουμε τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας.



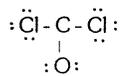
Συνολικός αριθμός ηλεκτρονίων σθένους: $4(\text{C}) + 6(\text{O}) + 2 \cdot 7(\text{Cl}) = 24e$

Κεντρικό άτομο ο C (επειδή έχει τον μικρότερο ατομικό αριθμό).

Δημιουργούμε δεσμούς μεταξύ του άνθρακα και του οξυγόνου και των δύο ατόμων χλωρίου:

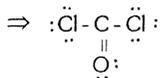


Με τους τρεις δεσμούς τοποθετήσαμε $2 \cdot 3 = 6e$, άρα μένουν $24 - 6 = 18e$, τα οποία κατανέμουμε στα άτομα οξυγόνου και χλωρίου.



Το κεντρικό άτομο (C) με τους τρεις (3) ομοιοπολικούς δεσμούς έχει 6e. Χρειάζεται άλλο ένα ζευγάρι για να συμπληρώσει οκτάδα e σθένους

Άρα, ένα ασύζευκτο ζεύγος του οξυγόνου μετατρέπεται σε δεσμικό και δημιουργείται έτσι ένας επιπλέον δεσμός (διπλός δεσμός) μεταξύ C και O.



Η ΘΕΩΡΙΑ VSEPR ΓΙΑ ΤΟ ΣΧΗΜΑ ΤΩΝ ΜΟΡΙΩΝ

64. Να διατυπώσετε τη θεωρία της άπωσης των ζευγών ηλεκτρονίων της στιβάδας σθένους (VSEPR).

Απάντηση :

Η θεωρία VSEPR (Valence Shell Electron Pair Repulsion : άπωση των ηλεκτρονιακών ζευγών της στιβάδας σθένους) συνίσταται στο ότι τα ζεύγη των ηλεκτρονίων γύρω από ένα άτομο απωθούνται και παίρνουν τέτοια θέση στο χώρο, ώστε να βρίσκονται σε όσο το δυνατόν απομακρυσμένες θέσεις.

65. Με βάση ποιους πρακτικούς κανόνες καθορίζεται το σχήμα των μορίων σύμφωνα με τη θεωρία VSEPR :

Απάντηση :

Όταν σχηματίσουμε τον ηλεκτρονιακό τύπο κατά Lewis για ένα μόριο, σύμφωνα με τη θεωρία VSEPR θα έχουμε τους ακόλουθους πρακτικούς κανόνες για τη γεωμετρία του μορίου, ανάλογα με το συνολικό αριθμό δεσμικών και μη δεσμικών ζευγών ηλεκτρονίων του κεντρικού ατόμου :

1. Όταν το κεντρικό άτομο έχει συνολικά δύο (2) ζεύγη ηλεκτρονίων, τότε το μόριο είναι γραμμικό (γωνίες δεσμών 180°).
2. Όταν το κεντρικό άτομο έχει συνολικά τρία (3) ζεύγη ηλεκτρονίων, τότε το μόριο είναι επίπεδο, καθώς τα τρία ζεύγη διατάσσονται τριγωνικά γύρω από το κεντρικό άτομο (γωνίες δεσμών 120°).
3. Όταν το κεντρικό άτομο έχει συνολικά τέσσερα (4) ζεύγη ηλεκτρονίων, τότε το μόριο είναι τετράεδρο, καθώς τα τέσσερα ζεύγη διατάσσονται τετραεδρικά γύρω από το κεντρικό άτομο (γωνίες δεσμών $109,5^\circ$).

ΣΗΜΕΙΩΣΗ : Αποκλίσεις από τις παραπάνω γωνίες έχουμε όταν δεν είναι δεσμικά όλα τα ζεύγη ηλεκτρονίων, επειδή τα μη δεσμικά ζεύγη καταλαμβάνουν περισσότερο χώρο.

Καταλήγουμε στον παρακάτω πίνακα :

ΖΕΥΓΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΩΝ			ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΖΕΥΓΩΝ	ΣΧΗΜΑ ΜΟΡΙΟΥ	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ
Συνολικά	Δεσμικά	Μη δεσμικά			
2	2	0	Γραμμική (γωνία 180°)		$\text{BeCl}_2, \text{CO}_2$
3	3	0	Επίπεδη τριγωνική (γωνία 120°)		$\text{SO}_3, \text{NO}_3^-$
	2	1	Επίπεδη τριγωνική (Γωνιακή) (γωνία $\approx 120^\circ$)		SO_2
4	4	0	Τετραεδρική (γωνία $109,5^\circ$)		$\text{CH}_4, \text{NH}_4^+$
	3	1	Τετραεδρική (Τριγωνική πυραμίδα) (γωνία $\approx 107^\circ$)		$\text{NH}_3, \text{H}_3\text{O}^+$
	2	2	Τετραεδρική (γωνιακή ή σχήμα-V) (γωνία $\approx 105^\circ$)		H_2O

66. Ποια είναι τα βήματα που ακολουθούνται κατά το σχηματισμό του γεωμετρικού σχήματος των μορίων :

Απάντηση :

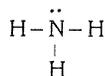
Ακολουθούμε τα παρακάτω βήματα :

1. Γράφουμε τον ηλεκτρονιακό τύπο κατά Lewis.
2. Μετράμε το συνολικό αριθμό δεσμικών και μη δεσμικών ηλεκτρονίων του κεντρικού ατόμου.
3. Από αυτό τον αριθμό και με βάση τον πίνακα που παρατέθηκε προηγουμένως, βρίσκουμε τη διάταξη των ζευγών ηλεκτρονίων γύρω από το κεντρικό άτομο.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ : Να προσδιοριστεί η γεωμετρία του μορίου της αμμωνίας.

Απάντηση :

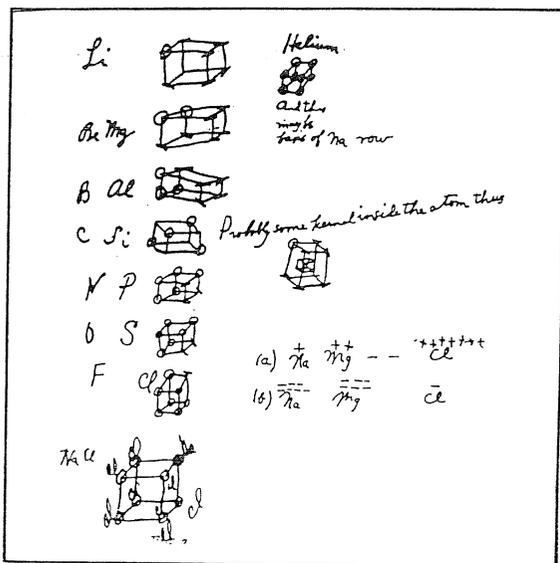
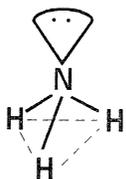
α. Ο ηλεκτρονιακός τύπος της αμμωνίας κατά Lewis είναι :



β. Το κεντρικό άτομο του αζώτου διαθέτει 3 δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων και 1 μη δεσμικό, δηλαδή συνολικά 4 ζεύγη ηλεκτρονίων, άρα η δομή θα είναι τετραεδρική.

γ. Επειδή έχει 3 δεσμικά ζεύγη και 1 μη δεσμικό, το μη δεσμικό ζεύγος θα βρίσκεται στην τέταρτη κορυφή του τετραέδρου, δηλαδή στην ουσία έχουμε τριγωνική πυραμίδα.

Η γωνία μεταξύ H-N-H θα είναι μικρότερη από $109,5^\circ$, επειδή το μη δεσμικό ζεύγος καταλαμβάνει περισσότερο χώρο



Χειρόγραφο
του G. N. Lewis
(1902)

ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΛΥΜΕΝΕΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ – ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΑ 4 ΣΧΟΛΙΚΑ ΒΙΒΛΙΑ

ΤΡΟΧΙΑΚΑ – ΚΒΑΝΤΙΚΟΙ ΑΡΙΘΜΟΙ

1.1. Ποια είναι η μικρότερη τιμή του n , αν $m_l = 3$:

Απάντηση :

Επειδή $m_l = 3$ και ο m_l παίρνει τιμές $0, \pm 1$ σημαίνει ότι η μικρότερη τιμή του l θα είναι 3. Αφού ο l παίρνει τιμές $0, \dots, n-1$ η μικρότερη τιμή του n θα είναι 4.

1.2. Να γράψετε τους συνδυασμούς των κβαντικών αριθμών που περιγράφουν τα 3p, τα 3d και 4d τροχιακά.

Απάντηση :

Για τα 3p: $n = 3, \quad l = 1, \quad m_l = 1, 0, -1$ (τρία τροχιακά)

Για τα 3d: $n = 3, \quad l = 2, \quad m_l = 2, 1, 0, -1, -2$ (πέντε τροχιακά)

Για τα 4d: $n = 4, \quad l = 2, \quad m_l = 2, 1, 0, -1, -2$ (πέντε τροχιακά)

1.3. Ποιες από τις παρακάτω τριάδες κβαντικών αριθμών μπορούν να είναι τροχιακά ενός ατόμου ; Δίπλα σε κάθε αποδεκτή τριάδα να αναγραφτεί πώς συμβολίζεται η αντίστοιχη υποστιβάδα στην οποία ανήκουν, όπως φαίνεται στην πρώτη γραμμή. Στις μη αποδεκτές τριάδες να διαγραφτεί το αντίστοιχο τετράγωνο της υποστιβάδας.

n	l	m_l	υποστιβάδα
3	2	-2	3d
3	2	0	
2	0	1	
2	1	0	
2	1	1	
4	1	1	

Απάντηση :

n	l	m_l	υποστιβάδα
3	2	-2	3d
3	2	0	3d
2	0	1	-----
2	1	0	2p
2	1	1	2p
4	1	1	4p

1.4. Πόσα τροχιακά αντιστοιχούν σε καθεμία από τις επόμενες υποστιβάδες :
α. 2s, β. 5s, γ. 3p, δ. 6p, ε. 5f, στ. 4f. Από τι καθορίζεται το πλήθος αυτό :

Απάντηση :

Το πλήθος των τροχιακών που περιέχει κάθε στιβάδα ή υποστιβάδα ισούται με το πλήθος των δυνατών τριάδων κβαντικών αριθμών.

- α) 2s (2, 0, 0) → 1 τροχιακό,
β) 5s (5, 0, 0) → 1 τροχιακό,
γ) 3p (3, 1, -1) (3, 1, 0) (3, 1, 1) → 3 τροχιακά,
δ) 6p (6, 1, -1) (6, 1, 0) (6, 1, 1) → 3 τροχιακά,
ε) 5f (5, 3, -3) (5, 3, -2) (5, 3, -1) (5, 3, 0) (5, 3, 1) (5, 3, 2) (5, 3, 3) → 7 τροχιακά,
στ) 4f (4, 3, -3) (4, 3, -2) (4, 3, -1) (4, 3, 0) (4, 3, 1) (4, 3, 2) (4, 3, 3) → 7 τροχιακά.

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

Απάντηση :

Τα 3p τροχιακά θα αντιστοιχούν σε $n=3$, $\ell=1$, οπότε $m_\ell=1, 0, -1$ και θα είναι τρία ($3p_x, 3p_y, 3p_z$).

Σε καθεμία τιμή του m_ℓ θα αντιστοιχούν δύο τιμές του m_s ($\pm 1/2$), άρα ο αριθμός των ηλεκτρονίων για συμπληρωμένα p τροχιακά θα είναι έξι (6).

Ο κύριος κβαντικός αριθμός θα είναι $n=3$ και ο δευτερεύων $\ell=1$.

Καταλήγουμε στις έξι (6) τετράδες :

(3, 1, -1, + 1/2), (3, 1, -1, - 1/2), (3, 1, 0, + 1/2), (3, 1, 0, - 1/2), (3, 1, 1, + 1/2), (3, 1, 1, - 1/2)

1.6. Να γραφούν οι τετράδες όρων των κβαντικών αριθμών των ηλεκτρονίων της στιβάδας L.

Απάντηση :

Για την L στιβάδα $n=2$, οπότε $\ell=0, 1$.

Για την τιμή $\ell=0$, η τιμή του $m_\ell=0$

Για την τιμή $\ell=1$, οι τιμές του $m_\ell=-1, 0, 1$

Για κάθε τιμή του m_ℓ θα υπάρχουν δύο τιμές $m_s = -1/2$ και $m_s = +1/2$

Άρα καταλήγουμε :

$n=2$	$\ell=0$	$m_\ell=0$	$m_s = \pm 1/2$	(2, 0, 0, 1/2), (2, 0, 0, -1/2)
$n=2$	$\ell=1$	$m_\ell=-1$	$m_s = \pm 1/2$	(2, 1, -1, 1/2), (2, 1, -1, -1/2)
$n=2$	$\ell=1$	$m_\ell=0$	$m_s = \pm 1/2$	(2, 1, 0, 1/2), (2, 1, 0, -1/2)
$n=2$	$\ell=1$	$m_\ell=1$	$m_s = \pm 1/2$	(2, 1, 1, 1/2), (2, 1, 1, -1/2)

1.7. Ποια από τα παρακάτω σύνολα κβαντικών αριθμών της μορφής (n, ℓ , m_ℓ , m_s) δεν είναι επιτρεπτά και γιατί :

- α) (2, 1, -2, 1/2), β) (3, 0, 1, -1/2), γ) (2, 2, 2, 1/2)
δ) (3, 2, 1, 0), ε) (1, 0, 0, 1/2), στ) (2, 1, 0, 1/2)

Απάντηση :

- α) Δεν είναι επιτρεπτό, επειδή η τιμή του m_ℓ δεν ανήκει στις τιμές $0, \pm \ell$
β) Δεν είναι επιτρεπτό, επειδή η τιμή του m_ℓ δεν ανήκει στις τιμές $0, \pm \ell$
γ) Δεν είναι επιτρεπτό, επειδή η τιμή του ℓ είναι ίση με την τιμή του n.
δ) Δεν είναι επιτρεπτό, επειδή ο m_s παίρνει μόνον τις τιμές $\pm 1/2$.
Τα (ε) και (στ) είναι επιτρεπτά.

1.8. Ένα ηλεκτρόνιο βρίσκεται σε τροχιακό 2p.

- α) Ποιες οι πιθανές τιμές των n, ℓ , m_ℓ ;
β) Πόσα ηλεκτρόνια θα περιέχονται στην υποστιβάδα 2p ;

Απάντηση :

- α) $n=2$ και τροχιακό p : $\ell=1$
Για $\ell=1$, οι τιμές του m_ℓ είναι -1, 0, +1, άρα θα έχουμε τις τριάδες : (2, 1, -1), (2, 1, 0), (2, 1, 1)
β) Επειδή σε καθεμία από τις προηγούμενες τριάδες αντιστοιχούν δύο τιμές του m_s , δηλαδή $\pm 1/2$, θα έχουμε $3 \cdot 2 = 6$ ηλεκτρόνια.

1.9. Τι διαφορές περιμένετε να υπάρχουν μεταξύ των τροχιακών :

- α) 1s και 2s, β) 2s και 2p

Απάντηση :

- α) Και τα δύο θα έχουν σφαιρική συμμετρία, αλλά το 2s θα είναι μεγαλύτερο.
β) Το 2s έχει σφαιρική συμμετρία, ενώ το 2p έχει δύο λοβούς και εκτείνεται στο χώρο, σε τρεις άξονες, x, y και z.

ΑΡΧΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑΚΗΣ ΔΟΜΗΣΗΣ

1.10. Χρησιμοποιώντας τον κανόνα που λέει ότι η ενέργεια των υποστιβάδων αυξάνει με το άθροισμα ($n+\ell$), να τοποθετήσετε τα παρακάτω τροχιακά κατά σειρά αυξανόμενης ενέργειας : 3d, 2p, 4s, 5p, 4d, 3s, 4p.
Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Απάντηση :

Εξετάζουμε το άθροισμα $n+\ell$:

2p : $2+1=3$ (μικρότερο n από την 3s), $3s : 3+0=3$

4s : $4+0=4$,

3d : $3+2=5$ (μικρότερο n από την 4p), $4p : 4+1=5$

4d : $4+2=6$ (μικρότερο n από την 5p), $5p : 5+1=6$

Άρα θα έχουμε τη σειρά : $2p < 3s < 4s < 3d < 4p < 4d < 5p$

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

α. $n = 4, \ell = 0, m_\ell = 0, m_s = +\frac{1}{2}$

β. $n = 3, \ell = 2, m_\ell = 1, m_s = +\frac{1}{2}$

γ. $n = 3, \ell = 2, m_\ell = -2, m_s = -\frac{1}{2}$

δ. $n = 3, \ell = 1, m_\ell = 1, m_s = -\frac{1}{2}$

Να ταξινομήσετε τα ηλεκτρόνια κατά σειρά αυξανόμενης ενέργειας.

Απάντηση :

Βρίσκουμε σε ποιες υποστιβάδες θα ανήκουν τα ηλεκτρόνια

α. $n = 4, \ell = 0 \rightarrow 4s$ β. $n = 3, \ell = 0 \rightarrow 3s$

γ. $n = 3, \ell = 2 \rightarrow 3d$ δ. $n = 3, \ell = 1 \rightarrow 3p$

Άρα κατά σειρά αυξανόμενης ενέργειας θα έχουμε : $3s < 3p < 4s < 3d$

1.12. Ένα τροχιακό χαρακτηρίζεται από κβαντικούς αριθμούς $n = 2, \ell = 0$.

α) Για ποιο τροχιακό πρόκειται ;

β) Πόσα τέτοια τροχιακά υπάρχουν ;

γ) Ποιος είναι ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων που μπορεί να περιέχει ;

Απάντηση :

α) Επειδή $n = 2$ και $\ell = 0$, πρόκειται για τροχιακό 2s.

β) Για την τιμή $\ell = 0$, υπάρχει μόνο μια τιμή $m_\ell = 0$, άρα θα υπάρχει ένα τροχιακό.

γ) Ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων σε ένα τροχιακό θα είναι δύο (2), τα οποία έχουν αντίθετα spin.

1.13. Ποιος είναι ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων :

α) σε τροχιακό α, β) στην υποστιβάδα 2p, γ) στην δεύτερη στιβάδα.

Απάντηση :

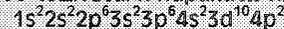
α) Ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων σε ένα τροχιακό είναι δύο, τα οποία θα έχουν αντίθετα spin.

β) Στην υποστιβάδα 2p έχουμε $n = 2$ και $\ell = 1$. Οι τιμές του m_ℓ θα είναι $-1, 0, 1$ (τρεις τιμές) και σε κάθε μια από αυτές θα αντιστοιχεί μια δυάδα τιμών $+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$.

Άρα, συνολικά έξι (6) ηλεκτρόνια.

γ) Η δεύτερη στιβάδα (L) θα έχει $n = 2$ και υποστιβάδες 2s που θα χωράει μέχρι δύο (2) ηλεκτρόνια και 2p που θα χωράει μέχρι έξι (6) ηλεκτρόνια. Άρα συνολικά, οκτώ (8) ηλεκτρόνια.

1.14. Δίνεται η παρακάτω ηλεκτρονιακή δομή ατόμου στοιχείου :



Προσδιορίστε τα παρακάτω :

α) Ποιος είναι ο ατομικός αριθμός του στοιχείου ;

β) Ποιος είναι ο κύριος κβαντικός αριθμός της εξωτερικής στιβάδας ;

γ) Ποιος είναι ο αριθμός των εξωτερικών ηλεκτρονίων ;

Απάντηση :

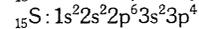
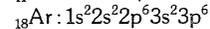
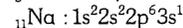
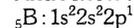
α) Αθροίζοντας τους αριθμούς των ηλεκτρονίων που περιέχονται στις υποστιβάδες, προκύπτει ότι $Z = 32$.

β) Η εξωτερική στιβάδα είναι η τέταρτη, άρα $n = 4$.

γ) Η εξωτερική στιβάδα έχει δομή $4s^2 4p^2$, άρα θα έχουμε τέσσερα (4) ηλεκτρόνια.

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

Απάντηση :



1.16. Ποια είναι η ηλεκτρονιακή δομή των παρακάτω ιόντων :



Απάντηση :

α) ${}_2\text{He}^{2+}$ κανένα ηλεκτρόνιο

β) ${}_1\text{H}^-$ $2e : 1s^2$

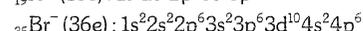
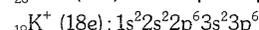
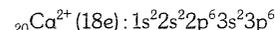
γ) ${}_{11}\text{Na}^+$ $10e : 1s^2 2s^2 2p^6$

δ) ${}_{16}\text{S}^{2-}$ $18e : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

1.17. Ποια είναι η ηλεκτρονιακή δομή των ιόντων : ${}_{20}\text{Ca}^{2+}, {}_{19}\text{K}^+, {}_{35}\text{Br}^-$;

Τι κοινό έχουν οι δομές αυτές ;

Απάντηση :



και οι τρεις δομές έχουν οκτώ (8) ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα, δηλαδή δομή ευγενούς αερίου.

1.18. Ένα άτομο έχει 2 ηλεκτρόνια στη στιβάδα $n = 1$, 8 ηλεκτρόνια στη στιβάδα $n = 2$ και 7 ηλεκτρόνια στη στιβάδα $n = 3$. Ποιος είναι ο ατομικός αριθμός του ατόμου και ποιος είναι ο συνολικός αριθμός ηλεκτρονίων στα s και p τροχιακά ;

Απάντηση :

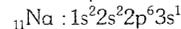
Η δομή του ατόμου θα είναι : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ άρα ο ατομικός αριθμός θα είναι $Z = 17$.

Σε s τροχιακά θα περιέχονται 6 ηλεκτρόνια και σε p τροχιακά 11 ηλεκτρόνια.

1.19. Δώστε την τετράδα των κβαντικών αριθμών του ηλεκτρονίου της εξωτερικής στιβάδας ατόμου νατρίου (${}_{11}\text{Na}$) στη θεμελιώδη κατάσταση ενέργειας.

Απάντηση :

Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του νατρίου θα είναι :



Στην εξωτερική στιβάδα (3n) θα περιέχεται ένα ηλεκτρόνιο στην υποστιβάδα 3s.

Θα έχουμε : $n = 3, \ell = 0$, άρα $m_\ell = 0$ και ο κβαντικός αριθμός του spin θα παίρνει τις τιμές $\pm \frac{1}{2}$.
συνεπώς, οι τετράδες θα είναι : $(3, 0, 0, +\frac{1}{2}), (3, 0, 0, -\frac{1}{2})$.

1.20. Ποια από τις παρακάτω ηλεκτρονιακές δομές δεν υπακούει στην απαγορευτική αρχή του Pauli :

- α. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{12}$
 β. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
 γ. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^3$
 δ. $1s^2 2s^2 2p^7$
 ε. $1s^2 2s^2 2p^5 3s^1$

Απάντηση : Δεν υπακούουν οι εξής δομές :

- α) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{12}$ (n d υποστιβάδα δεν μπορεί να έχει πάνω από 10e)
 γ) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^3$ (n s υποστιβάδα δεν μπορεί να έχει πάνω από 2e)
 δ) $1s^2 2s^2 2p^7$ (n p υποστιβάδα δεν μπορεί να έχει πάνω από 6e)

ε) $1s^2 2s^2 2p^5 3s^1$ (υπακούει στον κανόνα του Pauli απλά το άτομο είναι σε διεγερμένη κατάσταση)

1.21. Να εξηγήσετε γιατί οι παρακάτω ηλεκτρονιακές διαμορφώσεις βασικής (θεμελιώδους) κατάστασης των ατόμων δεν είναι δυνατές :

1. $1s^2 2s^3 2p^3$
 2. $1s^2 2s^2 2p^3 3s^2 3p^5$
 3. $1s^2 2s^2 2p^3 3s^5$
 4. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1 4s^2 3d^{14}$

Απάντηση :

Δεν είναι δυνατές, επειδή δεν υπακούουν στην απαγορευτική αρχή του Pauli. Συγκεκριμένα :

1. Η s υποστιβάδα (εδώ 2s) δεν μπορεί να περιέχει περισσότερα από (2) ηλεκτρόνια.
 2. Η p υποστιβάδα (εδώ 2, 3p) δεν μπορεί να περιέχουν περισσότερα από έξι (6) ηλεκτρόνια.
 3. Η s υποστιβάδα (εδώ 3s) δεν μπορεί να περιέχει περισσότερα από δύο (2) ηλεκτρόνια.
 4. Η d υποστιβάδα (εδώ 3d) δεν μπορεί να περιέχει περισσότερα από δέκα (10) ηλεκτρόνια.

1.22. Εάν η απαγορευτική αρχή του Pauli επέτρεπε τρία ηλεκτρόνια σε κάθε τροχιακό, ποιες από τις παρακάτω δομές θα ήταν ευγενούς αερίου :

- α) $1s^3$ γ) $1s^2 2s^3 2p^9$
 β) $1s^3 2s^3 2p^6$ δ) $1s^3 2s^3 2p^9 3s^3$

Απάντηση :

- α) $1s^3$: συμπληρωμένη n εξωτερική στιβάδα (K), θα είναι το απλούστερο ευγενές αέριο.
 β) $1s^3 2s^3 2p^6$: δεν έχει συμπληρωμένη την εξωτερική στιβάδα (L) (το 2p τροχιακό θα έπρεπε να είχε 9e)
 γ) $1s^3 2s^3 2p^9$: συμπληρωμένη n εξωτερική στιβάδα (L), θα είναι ευγενές αέριο.
 δ) $1s^3 2s^3 2p^9 3s^3$: δεν έχει συμπληρωμένη την εξωτερική στιβάδα (M)

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

- α. $1s^1 2s^1$ β. $1s^2 2s^2 2p^2 3d^1$ γ. $1s^2 2s^2 2p^6 4s^1$
 δ. $[Ar] 4s^1 3d^{10} 4p^4$ ε. $[Ne] 3s^3 3p^4 3d^1$

Απάντηση :

Όλες οι καταστάσεις είναι διεγερμένες. Οι αντίστοιχες θεμελιώδεις θα είναι :

- α. $1s^2$, β. $1s^2 2s^2 2p^2$, γ. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
 δ. $[Ar] 3d^{10} 4s^2 4p^3$, ε. $[Ne] 3s^2 3p^5$

1.24. Συμβουλευόμενοι τη σειρά κατάληψης των υποστιβάδων, να βρείτε ποιες από τις παρακάτω ηλεκτρονιακές δομές αντιστοιχούν σε διεγερμένα άτομα. Για όσα είναι διεγερμένα, να γράψετε τη θεμελιώδη ενεργειακή κατάσταση τους.

- F : $1s^2 2s^2 2p^5$ Cl : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 4s^1$
 Ne : $1s^2 2s^2 2p^4 3s^2$ K : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$
 Ar : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ Sc : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$
 Ca : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2$ Cr : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$

Απάντηση :

Ne : $1s^2 2s^2 2p^4 3s^2 \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6$

Ca : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

Cl : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 4s^1 \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

ΣΗΜΕΙΩΣΗ : Για το Cr είναι σταθερότερη η δομή αυτή, γιατί είναι ημισυμπληρωμένη η d υποστιβάδα δηλαδή με 5 e.

1.25. Να συμπληρώσετε τα κενά στις παρακάτω προτάσεις:

- α. Το πλήθος των υποστιβάδων στη στιβάδα n = 3 είναι ...
 β. Το πλήθος των τροχιακών στη υποστιβάδα l = 3 είναι ...
 γ. Ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων σε ένα τροχιακό 4f είναι ...
 δ. Ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων σε ένα τροχιακό p είναι ...
 ε. Η υποστιβάδα που χωράει 10 ηλεκτρόνια είναι ...
 στ. Ένα οποιοδήποτε τροχιακό χωράει ...
 ζ. Η στιβάδα που χωράει 18 ηλεκτρόνια είναι ...

Απάντηση :

- α. Το πλήθος των υποστιβάδων στη στιβάδα n = 3 είναι **3 (s, p, d)**
 β. Το πλήθος των τροχιακών στην υποστιβάδα l = 3 είναι **7**
 γ. Ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων σε τροχιακό 4f είναι **2**
 δ. Ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων σε τροχιακό p είναι **2**
 ε. Η υποστιβάδα που χωράει 10 ηλεκτρόνια είναι **n d**
 στ. Ένα οποιοδήποτε τροχιακό χωράει **2 e**
 ζ. Η στιβάδα που χωράει 18 ηλεκτρόνια είναι **n M (n = 3)**

1.26. Ποιος είναι ο μικρότερος ατομικός αριθμός στοιχείου που περιέχει :

- α) τρία s ηλεκτρόνια, β) τέσσερα p ηλεκτρόνια
 γ) δύο 3p ηλεκτρόνια, δ) ένα 5s ηλεκτρόνιο.

Απάντηση :

- α) $1s^2 2s^1$ (Z = 3)
 β) $1s^2 2s^2 2p^4$ (Z = 8)
 γ) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$ (Z = 14)
 δ) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^1$ (Z = 37)

1.27. Πόσα ηλεκτρόνια μπορούμε να βρούμε σε ένα πολυηλεκτρονιακό άτομο, τα οποία να έχουν :

- α. $n=2$, β. $n=2, m_s = -1/2$, γ. $n=4, l=4, m_l=3$,
 δ. $n=4, l=4, m_l=3, m_s = +1/2$, ε. $l=0, m_s = +1/2$, στ. $n=3, l=2$
 Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

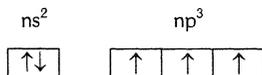
Απάντηση :

- α) Για $n=2$ έχουμε τη δεύτερη (L) στιβάδα: $2s^2 2p^6$: **8e**
 β) Για $n=2$ έχουμε τη δεύτερη (L) στιβάδα και επειδή ο κβαντικός αριθμός του spin μπορεί να πάρει μόνο δύο τιμές $m_s = \pm 1/2$, θα έχουμε τα μισά από τα προηγούμενα: **4e**
 γ) Κανένα (είναι αδύνατο $n=l$)
 δ) Κανένα (είναι αδύνατο $n=l$)
 ε) Για $l=0$ προκύπτει υποστιβάδα s, η οποία μπορεί να έχει μέχρι 2 ηλεκτρόνια με αντίθετα spin, οπότε με $m_s = +1/2$ θα έχουμε 1e. Επειδή όλες οι στιβάδες έχουν υποστιβάδα s για τις επτά (7) στιβάδες συνολικά θα έχουμε **7e**
 στ) Για $n=3$ και $l=2$ προκύπτει η υποστιβάδα 3d, η οποία μπορεί να περιέχει μέχρι **10e**

1.28. Πόσα μονήρη ηλεκτρόνια έχει η δομή εξωτερικής στιβάδας $ns^2 np^3$:

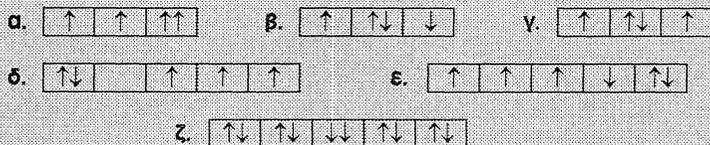
Απάντηση :

Τα δύο s ηλεκτρόνια θα σχηματίσουν ζευγάρι με αντίθετα spin, ενώ τα τρία p ηλεκτρόνια θα έχουν ομόρροπα spin, ώστε να έχουμε το μεγαλύτερο ($+1/2 + 1/2 + 1/2 = 3/2$) άθροισμα spin.



Άρα θα έχει τρία (3) μονήρη ηλεκτρόνια.

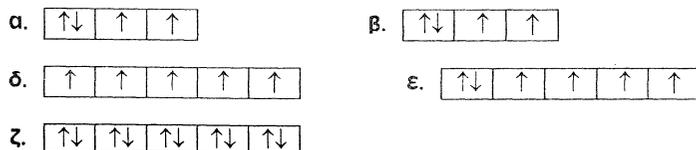
1.29. Ποιες από τις παρακάτω ηλεκτρονιακές δομές παραβιάζουν την απαγορευτική αρχή του Pauli και ποιες τον κανόνα του Hund :



Απάντηση :

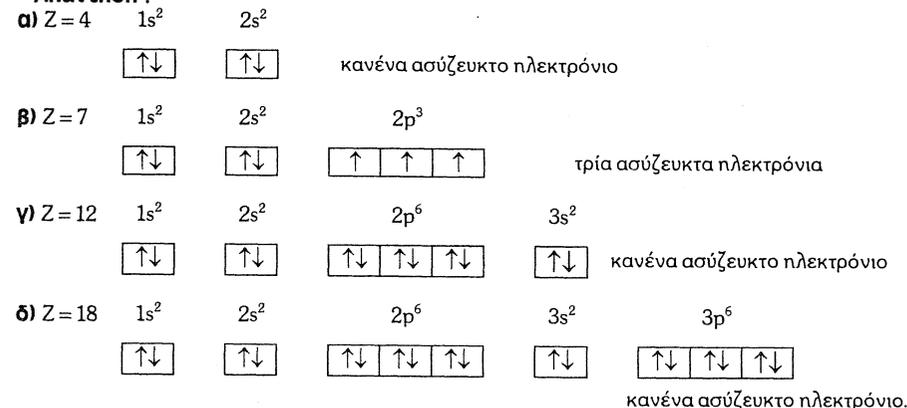
Οι (α) και (ζ) παραβιάζουν την απαγορευτική αρχή του Pauli, επειδή στα ζεύγη τα ηλεκτρόνια δεν έχουν αντίρροπα spin.

Οι (β), (δ) και (ε) παραβιάζουν τον κανόνα του Hund επειδή δεν έχουμε το μέγιστο άθροισμα spin. Οι σωστές δομές είναι :

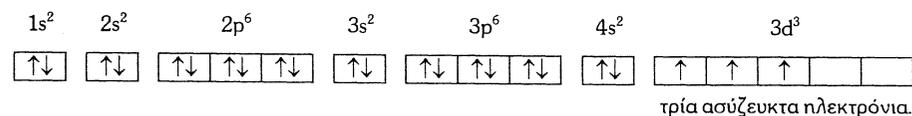


1.30. Να γράψετε την ηλεκτρονιακή δομή των στοιχείων που έχουν ατομικούς αριθμούς: α) 4, β) 7, γ) 12, δ) 18, ε) 23, χωρίς να χρησιμοποιήσετε τον Π.Π. Πόσα ασύζευκτα ηλεκτρόνια έχει καθένα από τα στοιχεία αυτά στο άτομο του σε θεμελιώδη κατάσταση :

Απάντηση :



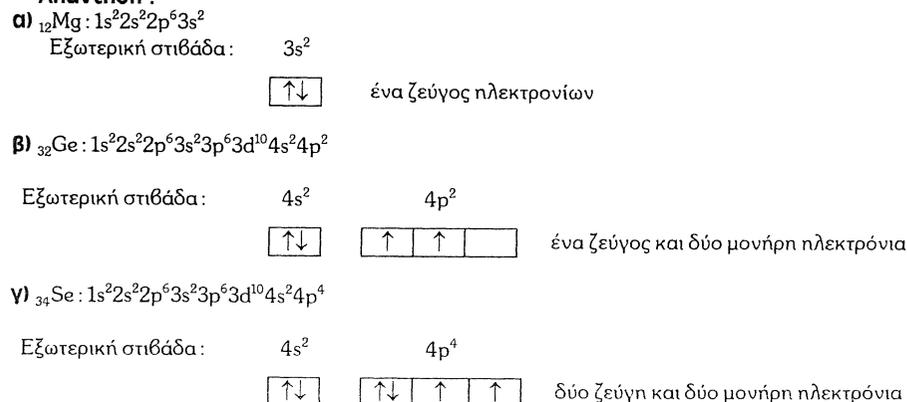
ε) $Z=23$



1.31. Να συμβολίσετε τα τροχιακά της εξωτερικής στιβάδας των στοιχείων :

α) ${}_{12}\text{Mg}$, β) ${}_{32}\text{Ge}$, γ) ${}_{34}\text{Se}$
 Θεωρήστε ότι βρίσκονται στη θεμελιώδη ενεργειακή κατάσταση.

Απάντηση :

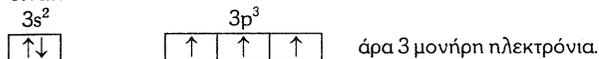


1.32. Πόσα d ηλεκτρόνια, πόσα ηλεκτρόνια με $l=1$ και πόσα μονήρη ηλεκτρόνια υπάρχουν στα άτομα που έχουν τους παρακάτω ατομικούς αριθμούς:
α) $Z = 15$, β) $Z = 32$

Απάντηση :

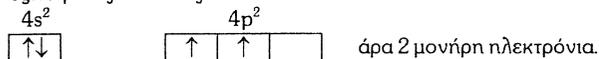
α) $Z = 15 : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$

Κανένα d ηλεκτρόνιο, εννέα (9) με $l = 1$ (υποστιβάδα p) και η δομή της εξωτερικής στιβάδας θα είναι:



β) $Z = 32 : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^2$

Δέκα (10) d ηλεκτρόνια, δεκατέσσερα (14) ηλεκτρόνια με $l = 1$ (υποστιβάδα p) και η δομή της εξωτερικής στιβάδας θα είναι:



ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ

1.33. 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).

Απάντηση :

$_{17}\text{Cl} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5 \rightarrow 3\text{η περίοδος, τομέας p}$

$_{22}\text{Ti} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2 \rightarrow 4\text{η περίοδος, τομέας d (στοιχείο μετάπτωσης)}$

$_{36}\text{Kr} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 \rightarrow 4\text{η περίοδος, τομέας p}$

$_{58}\text{Ce} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6 4f^2 6s^2 \rightarrow 6\text{η περίοδος, τομέας f}$

1.34. Το Cd και το Mg έχουν ηλεκτρονιακή διαμόρφωση εξωτερικής στιβάδας ns^2 . Γιατί τα δύο αυτά στοιχεία δεν τοποθετούνται στην ίδια ομάδα του περιοδικού πίνακα;

Απάντηση :

Για το $_{48}\text{Cd} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2$

Για το $_{12}\text{Mg} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

Το Cd θα ανήκει στον d τομέα, δηλαδή σε δευτερεύουσα ομάδα (II_B ή 12η) ενώ το Mg θα ανήκει στον s τομέα, δηλαδή σε κύρια ομάδα (II_A ή 2η).

1.35. α) Το άτομο ενός στοιχείου έχει 5 ηλεκτρόνια σθένους. Σε ποια ομάδα του Π.Π. μπορεί να ανήκει;
 β) Ενόσ αλλήλου στοιχείου το άτομο έχει 2 ηλεκτρόνια σθένους. Σε ποια ομάδα μπορεί να ανήκει;
 γ) Ενόσ τρίτου στοιχείου το άτομο έχει ένα μόνο ζεύγος ηλεκτρονίων σε p τροχιακό. Σε ποια ομάδα μπορεί να ανήκει;
 δ) Ενόσ τέταρτου στοιχείου το άτομο περιέχει 4 μονήρη ηλεκτρόνια. Σε ποιο τομέα μπορεί να ανήκει;
 Όλα τα παραπάνω άτομα βρίσκονται σε θεμελιώδη ενεργειακή κατάσταση.

Απάντηση :

- α) Επειδή έχει 5 ηλεκτρόνια σθένους, η δομή της εξωτερικής του στιβάδας μπορεί να είναι:
 i) $ns^2 np^3$, οπότε θα ανήκει στην 15η (V_A) ομάδα
 ii) $(n-1)d^3 ns^2$, οπότε θα ανήκει στην 5η (V_B) ομάδα.

Σημείωση : Υπάρχουν και οι δομές

iii) $(n-2)f^3 s^2$, οπότε θα ανήκει στις λανθανίδες

iv) $(n-2)f^2 (n-1)d^1 s^2$, οπότε θα ανήκει στις ακτινίδες.

- β) Επειδή έχει 2 ηλεκτρόνια σθένους, η δομή της εξωτερικής του στιβάδας θα είναι ns^2 , οπότε θα ανήκει στη 2η (II_A) ομάδα.

- γ) Επειδή έχει ένα ζεύγος ηλεκτρονίων σε p τροχιακό, θα έχει και δύο μονήρη:



δηλαδή συνολικά τέσσερα (4) ηλεκτρόνια. Η δομή της εξωτερικής στιβάδας θα είναι $ns^2 p^4$ και θα ανήκει στον τομέα p και τη 16η (VI_A) ομάδα.

- δ) Επειδή έχει 4 μονήρη ηλεκτρόνια, θα διαθέτει υποστιβάδα d, που έχει 5 τροχιακά ή υποστιβάδα f, που έχει 7 τροχιακά. Άρα, θα ανήκει στον τομέα d ή f αντίστοιχα.

1.36. Να βρεθούν οι ατομικοί αριθμοί των στοιχείων :

α) Σ_1 , που ανήκει στη 2η ομάδα και 5η περίοδο.

β) Σ_2 , που ανήκει στη 16η ομάδα και 4η περίοδο.

γ) Σ_3 , που ανήκει στην 7η ομάδα και 5η περίοδο.

Απάντηση :

α) Η 2η (II_A) ομάδα ανήκει στον τομέα s.

Άρα το Σ_1 θα έχει δομή εξωτερικής στιβάδας ns^2 και επειδή έχει 5 στιβάδες: $5s^2$ δηλαδή:

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^2 \rightarrow Z = 38.$

β) Η 16η (VI_A) ομάδα ανήκει στον τομέα p.

Το Σ_2 θα έχει 6 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα και δομή $ns^2 p^4$ και επειδή έχει 4 στιβάδες: $4s^2 4p^4$, δηλαδή: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^4 \rightarrow Z = 34$

γ) Η 7η (VII_B) ομάδα ανήκει στον τομέα d (στοιχεία μετάπτωσης)

Το Σ_3 θα έχει δομή $(n-1)d^5 ns^2$ και επειδή έχει 5 στιβάδες: $4d^5 5s^2$, δηλαδή:

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^5 5s^2 \rightarrow Z = 43$

1.37. Βρείτε την ομάδα στην οποία ανήκει στοιχείο που αποτελείται από άτομο στο οποίο το τελευταίο ηλεκτρόνιο:

α) τοποθετείται αμέσως δε συμπληρώνει μια s υποστιβάδα.

β) είναι το πρώτο που τοποθετείται σε μια d υποστιβάδα.

γ) τοποθετείται και συμπληρώνει μια p υποστιβάδα.

δ) ημισυμπληρώνει μια d υποστιβάδα.

ε) τοποθετείται και συμπληρώνει μια s υποστιβάδα

Απάντηση :

Για τις δομές των στοιχείων θα έχουμε:

α) ns^1 , δηλαδή θα ανήκει στην I_A (1η) ομάδα.

β) $(n-1)d^1 ns^2$, δηλαδή θα ανήκει στην III_B (3η) ομάδα.

γ) $ns^2 np^6$, δηλαδή θα ανήκει στα ευγενή αέρια (εκτός He) VIII_A (18η) ομάδα.

δ) $(n-1)d^5 ns^2$, δηλαδή θα ανήκει στην VII_B (7η) ομάδα.

ε) ns^2 , δηλαδή θα ανήκει στην II_A (2η) ομάδα.

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΟΡΙΣΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΟΔΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ

1.38. 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

Απάντηση :

$_{11}\text{Na} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ (3η περίοδος, 1 ομάδα)

$_{17}\text{Cl} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ (3η περίοδος, 17η ομάδα)

$_{19}\text{K} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ (4η περίοδος, 1η ομάδα)

$_{37}\text{Rb} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^1$ (5η περίοδος, 1η ομάδα)

Μεταξύ Na, K, Rb που ανήκουν στην ίδια ομάδα, τη μεγαλύτερη ατομική ακτίνα θα έχει το Rb που βρίσκεται πιο κάτω και τη μικρότερη το Na.

Μεταξύ Na και Cl που ανήκουν στην ίδια περίοδο, τη μεγαλύτερη ατομική ακτίνα θα έχει το Na που βρίσκεται πιο αριστερά.

Άρα θα έχουμε: $\text{Cl} \rightarrow 0,99 \text{ \AA}$, $\text{Na} \rightarrow 1,54 \text{ \AA}$, $\text{K} \rightarrow 2,27 \text{ \AA}$, $\text{Rb} \rightarrow 2,48 \text{ \AA}$

1.39. Γιατί η δεύτερη ενέργεια ionτισμού του Li ($Z = 3$) είναι ποθυ μεγαλύτερη της αντίστοιχης του Be ($Z = 4$) ;

Απάντηση :

$_{3}\text{Li} : 1s^2 2s^1$ και $_{4}\text{Be} : 1s^2 2s^2$

Για το λίθιο: $\text{Li} \rightarrow \text{Li}^+ + e^- \quad E_1(1)$

$\text{Li}^+ \rightarrow \text{Li}^{2+} + e^- \quad E_1(2)$

Για το βηρύλλιο: $\text{Be} \rightarrow \text{Be}^+ + e^- \quad E_1(1)$

$\text{Be}^+ \rightarrow \text{Be}^{2+} + e^- \quad E_1(2)$

Επειδή το Li^+ θα έχει δομή $1s^2$ που είναι δομή ευγενούς αερίου (He) θα αποβάλλει δυσκολότερα ηλεκτρόνιο από το Be^+ που θα έχει δομή $1s^2 2s^1$ και μπορεί να αποβάλλει το 2s ηλεκτρόνιο ευκολότερα.

1.40. Ποιο στοιχείο από τα παρακάτω ζεύγη στοιχείων είναι πιο ηλεκτροθετικό :

α) Ba ($Z=56$) – Ca ($Z=20$)

β) Cs ($Z=55$) – Ba ($Z=56$)

Απάντηση :

Γενικά, τα στοιχεία με μεγάλη τάση να αποβάλλουν ηλεκτρόνια, δηλαδή με μεγάλη ηλεκτροθετικότητα θα έχουν μεγάλη ατομική ακτίνα και μικρή ενέργεια ionτισμού. και θα βρίσκονται στο κάτω και αριστερό μέρος του περιοδικού πίνακα. Εδώ συγκεκριμένα θα έχουμε:

α) $_{56}\text{Ba} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6 6s^2$ και $_{20}\text{Ca} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

Ανήκουν στην ίδια ομάδα (II_A), όμως το Ba ανήκει στην 6η περίοδο, ενώ το Ca στην 4η περίοδο. Επειδή το Ba έχει περισσότερες στιβάδες μπορεί να αποβάλλει ευκολότερα ηλεκτρόνια, άρα θα είναι το πιο ηλεκτροθετικό.

β) $_{55}\text{Cs} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6 6s^1$

$_{56}\text{Ba} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6 6s^2$

Ανήκουν στην ίδια περίοδο (6η), όμως το Cs ανήκει στην 1η ομάδα, ενώ το Ba στην 2η ομάδα. Επειδή το Cs έχει λιγότερα ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα, έχει μεγαλύτερη τάση αποβολής ηλεκτρονίων από το Ba, άρα θα είναι το πιο ηλεκτροθετικό.

1.41. Δίνονται οι παρακάτω ηλεκτρονιακές διαμορφώσεις ορισμένων στοιχείων :

i) $[\text{He}] 2s^1$

vi) $[\text{Ne}] 3s^2 3p^4$

ii) $[\text{He}] 2s^2 2p^5$

vii) $[\text{He}] 2s^2 2p^3$

iii) $[\text{He}] 2s^2 2p^6$

viii) $[\text{Ar}] 3d^6 4s^2$

iv) $[\text{Ne}] 3s^2$

ix) $[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^1$

α) Ποια από τα στοιχεία θα είναι ηλεκτροαρνητικά (αμέταλλα) και ποια θα είναι ηλεκτροθετικά (μέταλλα) ;
β) Πόσα ηλεκτρόνια θα προσλαμβάνει ή θ' αποβάλλει το κάθε στοιχείο για ν' αποκτήσει ευσταθή ηλεκτρονιακή διαμόρφωση ;
γ) Ποιες θα είναι οι ηλεκτρονιακές διαμορφώσεις των ιόντων που σχηματίζουν τα στοιχεία αυτά ;

Απάντηση :

α) Ηλεκτροαρνητικά (αμέταλλα) θα είναι όσα θέλουν να προσλάβουν ηλεκτρόνια για να αποκτήσουν σταθερή δομή (ευγενούς αερίου), άρα τα (ii), (v), (vi)

Ηλεκτροθετικά (μέταλλα) θα είναι όσα θέλουν να αποβάλλουν ηλεκτρόνια για να αποκτήσουν σταθερή δομή, άρα τα (i), (iv), (vii), (viii)

β) (i) : θα αποβάλλει 1e, (ii) : θα προσλάβει 1e,

(iii) : είναι ευγενές, (iv) : θα αποβάλλει 2e,

(v) : θα προσλάβει 2e, (vi) : θα προσλάβει 3e,

(vii) : θα αποβάλλει 3e (θα αποκτήσει ημισυμπληρωμένη d υποστιβάδα),

(viii) : θα αποβάλλει 1e (θα αποκτήσει συμπληρωμένη d υποστιβάδα).

γ) Οι δομές θα είναι :

(i) $[\text{He}]$, (ii) $[\text{He}] 2s^2 2p^6$ ή $[\text{Ne}]$

(iv) $[\text{Ne}]$, (v) $[\text{Ne}] 3s^2 3p^6$ ή $[\text{Ar}]$, (vi) $[\text{He}] 2s^2 2p^6$ ή $[\text{Ne}]$

(vii) $[\text{Ar}] 3d^5$, (viii) $[\text{Ar}] 3d^{10}$

1.42. Σε ποια ομάδα του περιοδικού πίνακα ανήκει το στοιχείο A με δομή $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$; Ποια είναι η ηλεκτρονιακή δομή ατόμου στοιχείου B που ανήκει στην ίδια ομάδα με το A και έχει μεγαλύτερη ενέργεια ionτισμού ;

Απάντηση :

Για το στοιχείο A έχουμε $Z = 13$.

Επειδή η δομή της εξωτερικής στιβάδας είναι $3s^2 3p^1$ και ανήκει στον τομέα p, θα ανήκει στην 13η ομάδα.

Η ενέργεια ionτισμού σε μια ομάδα του περιοδικού πίνακα αυξάνεται προς τα πάνω άρα το στοιχείο B θα βρίσκεται πάνω από το A, θα έχει $Z = 5$, και δομή $1s^2 2s^2 2p^1$.

1.43. Οι ενέργειες ionτισμού για το μαγνήσιο είναι $E_1(1) = 740 \text{ kJ mol}^{-1}$ και $E_1(2) = 1450 \text{ kJ mol}^{-1}$. Να υπολογίσετε πόση ενέργεια απαιτείται για τη μετατροπή 1 g μαγνησίου σε ιόντα Mg^{2+} στην αέρια φάση.

Απάντηση :

Πρώτος ionτισμός: $\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^+ + e^- \quad \Delta H_1 = 740 \text{ kJ/mol}$

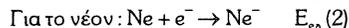
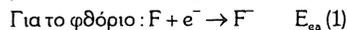
Δεύτερος ionτισμός: $\text{Mg}^+ \rightarrow \text{Mg}^{2+} + e^- \quad \Delta H_2 = 1450 \text{ kJ/mol}$

Προσθέτοντας κατά μέλη: $\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2e^- \quad \Delta H = 2190 \text{ kJ/mol}$

1 mol \rightarrow 24 g Mg απαιτούν 2190 kJ
1 g ; = **91,25 kJ**

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

Απάντηση :



Το φθόριο αποκτά δομή ευγενούς αερίου προσλαμβάνοντας ένα ηλεκτρόνιο και ελευθερώνεται ενέργεια, ενώ το νέον που έχει δομή ευγενούς αερίου, προσλαμβάνει πολύ πιο δύσκολα ένα ηλεκτρόνιο, άρα απαιτείται ενέργεια.

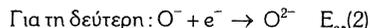
1.45. Να εξηγήσετε γιατί η $E_{ea}(1)$ του ατόμου του οξυγόνου έχει αρνητική τιμή, ενώ η $E_{ea}(2)$ έχει θετική τιμή.

Απάντηση :

Για την πρώτη ηλεκτρονιοσυγγένεια :



Επειδή το ηλεκτρόνιο τοποθετείται σε ουδέτερο άτομο και ασκούνται οι ελκτικές δυνάμεις από τον πυρήνα, η αντίδραση θα είναι εξώθερμη.



Εδώ επειδή η τοποθέτηση του ηλεκτρονίου γίνεται σε αρνητικό ιόν, η αντίδραση θα είναι ενδόθερμη.

1.46. Να σχολιάσετε τις παρακάτω προτάσεις :

α) Η ενέργεια πρώτου ιοντισμού ενός στοιχείου που βρίσκεται σε διεγερμένη κατάσταση είναι μικρότερη από την ενέργεια πρώτου ιοντισμού του στη θεμελιώδη ενεργειακή κατάσταση.

β) Τις περισσότερες φορές η ενέργεια πρώτου ιοντισμού στοιχείου με ατομικό αριθμό κ είναι μικρότερη από την ενέργεια πρώτου ιοντισμού στοιχείου με ατομικό αριθμό κ+1.

γ) Η ενέργεια πρώτου ιοντισμού συνήθως μεταβάλλεται, όπως και η ηλεκτρονιοσυγγένεια, επειδή όσο πιο εύκολα ένα άτομο χάνει τα ηλεκτρόνια του τόσο πιο εύκολα προσλαμβάνει επιπλέον ηλεκτρόνια.

δ) Τα στοιχεία με ηλεκτρόνια σθένους ns^1 έχουν τη μικρότερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού, ενώ εκείνα με ηλεκτρόνια σθένους $ns^2 np^6$ έχουν τη μεγαλύτερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού.

ε) Τα μέταλλα έχουν μεγαλύτερες ατομικές ακτίνες από τα αμέταλλα.

Απάντηση :

α. **Σωστό.** Επειδή θα βρίσκεται σε διεγερμένη κατάσταση, κάποια ηλεκτρόνια θα βρίσκονται σε υψηλότερη στάθμη ενέργειας, άρα θα χρειάζεται λιγότερη ενέργεια να αποσπαστούν, από την ενέργεια που θα χρειαζόταν, εάν βρισκότουσαν σε χαμηλότερη στάθμη.

β. **Σωστό γενικά.** Επειδή η ενέργεια ιοντισμού γενικά αυξάνεται από δεξιά σε μια περίοδο του περιοδικού πίνακα, όσο αυξάνεται ο ατομικός αριθμός, θα αυξάνεται και η ενέργεια ιοντισμού. Εξαιρεση έχουμε όταν το στοιχείο με ατομικό αριθμό κ είναι ευγενές αέριο, οπότε το άλλο στοιχείο θα ανήκει στην 1η ομάδα και θα έχει μικρότερη ενέργεια ιοντισμού.

γ. **Λάθος.** Ναι μεν η ενέργεια ιοντισμού μεταβάλλεται όπως και η ηλεκτρονιοσυγγένεια, αλλά ένα άτομο που χάνει εύκολα τα ηλεκτρόνια του, δηλαδή έχει μικρή ενέργεια ιοντισμού, θα προσλαμβάνει δύσκολα ηλεκτρόνια.

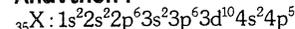
δ. **Σωστό.** Τα στοιχεία με ηλεκτρόνια σθένους ns^1 θα ανήκουν στην 1η (I_A) ομάδα, ενώ αυτά με $ns^2 np^6$ θα ανήκουν στην 18η ($VIII_A$) ομάδα. Θα είναι πολύ ευκολότερο να αποσπαστεί το ηλεκτρόνιο της εξωτερικής στιβάδας για τα στοιχεία που ανήκουν στην 1η ομάδα.

ε. **Σωστό.** Τα μέταλλα θα βρίσκονται κάτω και αριστερά στον περιοδικό πίνακα, ενώ τα αμέταλλα πάνω και δεξιά. Επειδή η ατομική ακτίνα αυξάνεται από δεξιά προς τα αριστερά και από πάνω προς τα κάτω, τα μέταλλα θα έχουν μεγαλύτερες ατομικές ακτίνες.

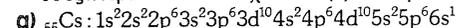
ΘΕΩΡΙΑ LEWIS

1.47. Ένα στοιχείο ατομικού αριθμού 35 ενώνεται : α) με Cs και β) με H. Γράψτε τους ηλεκτρονιακούς τύπους των ενώσεων που προκύπτουν και δείξτε το είδος του δεσμού που σχηματίζεται στην κάθε περίπτωση.

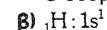
Απάντηση :



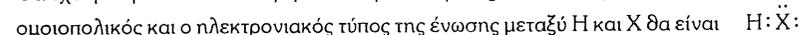
Η εξωτερική στιβάδα έχει επτά (7) ηλεκτρόνια



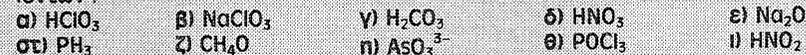
θα έχει ένα (1) ηλεκτρόνιο στην εξωτερική στιβάδα, το οποίο αποβάλλει και το προσλαμβάνει ένα άτομο του X.



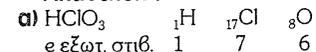
Θα έχουμε αμοιβαία συνεισφορά ηλεκτρονίων μεταξύ H και X, άρα ο δεσμός θα είναι



1.48. Να βρεθούν οι ηλεκτρονιακοί τύποι κατά Lewis των ακόλουθων ενώσεων και ιόντων :

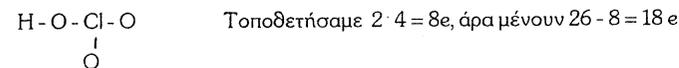


Απάντηση :

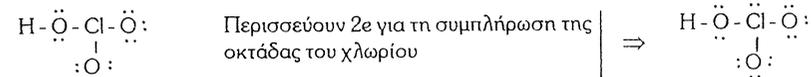


Συνολικός αριθμός e σθένους : $1 + 7 + 6 \cdot 3 = 26$

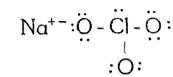
Κεντρικό άτομο : Cl (το H συνδέεται μέσω O)

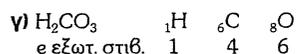


Τα ηλεκτρόνια αυτά τοποθετούνται στα άτομα του οξυγόνου :

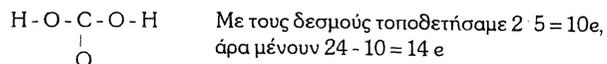


β) NaClO_3 : τη θέση του H στο προηγούμενο παράδειγμα την έχει πάρει το ${}_{11}\text{Na}$ που έχει 1e στην εξωτερική στιβάδα και επειδή είναι μέταλλο θα έχουμε ιοντικό δεσμό :

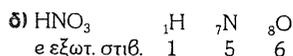
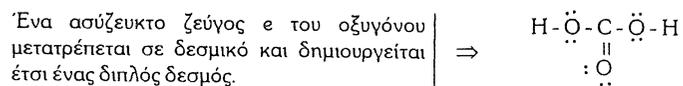
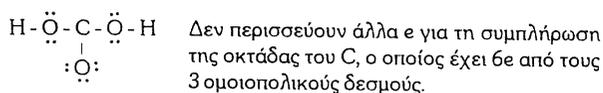




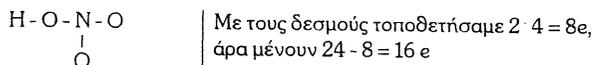
Συνολικός αριθμός εσθένους: $2 \cdot 1 + 4 + 3 \cdot 6 = 24e$
Κεντρικό άτομο: C (τα H συνδέονται μέσω O)



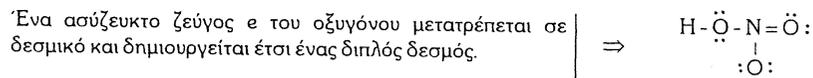
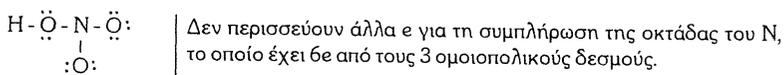
Τα ηλεκτρόνια αυτά τοποθετούνται στα άτομα του οξυγόνου:



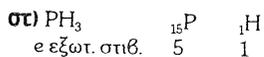
Συνολικός αριθμός εσθένους: $1 + 5 + 3 \cdot 6 = 24e$
Κεντρικό άτομο: N (το H συνδέεται μέσω O)



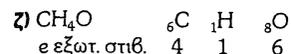
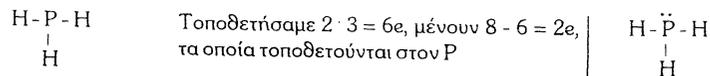
Τα ηλεκτρόνια αυτά τοποθετούνται στα άτομα του οξυγόνου:



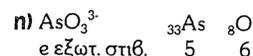
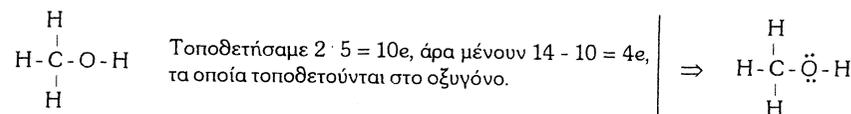
*** ΣΗΜΕΙΩΣΗ : Επειδή δεν είναι συγκεκριμένο το άτομο του οξυγόνου που σχηματίζει το διπλό δεσμό (θα μπορούσε να είναι το άλλο), έχουμε το φαινόμενο του συντονισμού, αλλά ξεφεύγει από τα όρια της ύλης του Λυκείου.



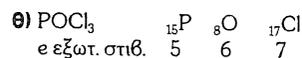
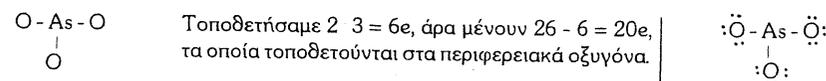
Συνολικά ηλεκτρόνια εσθένους: $5 + 1 \cdot 3 = 8e$
Κεντρικό άτομο: P



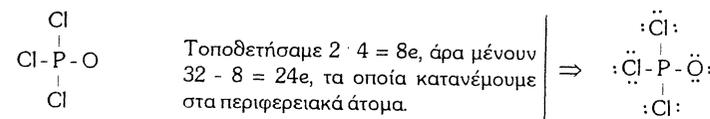
Συνολικός αριθμός ηλεκτρονίων εσθένους: $4 + 1 \cdot 4 + 6 = 14e$
Κεντρικό άτομο: C



Συνολικός αριθμός ηλεκτρονίων εσθένους: $5 + 3 \cdot 6 = 23e + 3(\text{φορτίο}) = 26e$
Κεντρικό άτομο: As



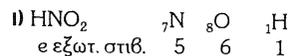
Συνολικός αριθμός ηλεκτρονίων εσθένους: $5 + 6 + 3 \cdot 7 = 32e$ Κεντρικό άτομο: P



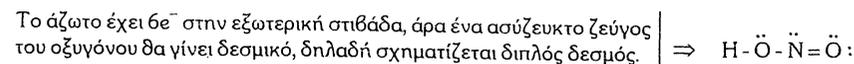
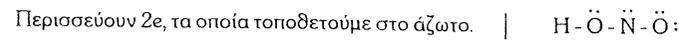
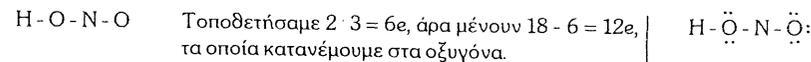
ΣΗΜΕΙΩΣΗ : Υπάρχει και η δομή: $\begin{array}{c} \text{:Cl:} \\ | \\ \text{:Cl:} - \text{P} = \ddot{\text{O}} \\ | \\ \text{:Cl:} \end{array}$ στην οποία ο P έχει 10e στην εξωτερική

στιβάδα (αυτό μπορεί να γίνει για στοιχεία της 3ης περιόδου) και έχει μικρότερο τυπικό φορτίο, γι' αυτό είναι προτιμότερη από την άλλη.

Όμως, η έννοια του τυπικού φορτίου ξεφεύγει από τα όρια της ύλης.



Συνολικός αριθμός ηλεκτρονίων εσθένους: $5 + 2 \cdot 6 + 1 = 18e$
Κεντρικό άτομο: N (το H μέσω O)



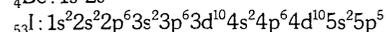
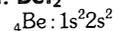
ΘΕΩΡΙΑ VSEPR

1.49. Να βρεθούν τα σχήματα των ακόλουθων μορίων :

α) BeI_2 , β) BBr_3 , γ) CCl_4 , δ) CS_2 , ε) PH_3

Απάντηση :

α. BeI_2

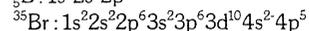
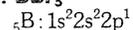


Ο ηλεκτρονιακός τύπος κατά Lewis είναι $:\ddot{\text{I}}-\text{Be}-\ddot{\text{I}}:$

Τα δύο ζεύγη ηλεκτρονίων του Be απομακρύνονται όσο το δυνατόν περισσότερο, σχηματίζοντας γωνία 180° . Συνεπώς, το μόριο είναι γραμμικό.

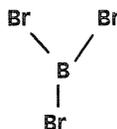


β. BBr_3

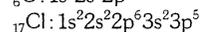
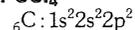


Ο ηλεκτρονιακός τύπος κατά Lewis είναι $:\ddot{\text{Br}}-\text{B}-\ddot{\text{Br}}:$
 $:\ddot{\text{Br}}:$

Το άτομο του B διαθέτει 3 ζεύγη ηλεκτρονίων, που διατάσσονται στο επίπεδο και σχηματίζουν μεταξύ τους γωνίες 120° .



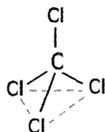
γ. CCl_4



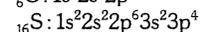
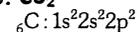
Ο ηλεκτρονιακός τύπος κατά Lewis είναι $:\ddot{\text{Cl}}-\text{C}-\ddot{\text{Cl}}:$
 $:\ddot{\text{Cl}}:$
 $:\ddot{\text{Cl}}:$

Το άτομο του C έχει 4 δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων, που διατάσσονται σε σχήμα κανονικού τετραέδρου.

Οι γωνίες που σχηματίζουν οι δεσμοί μεταξύ τους είναι $109,5^\circ$.



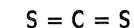
δ. CS_2



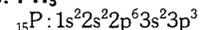
Ο ηλεκτρονιακός τύπος κατά Lewis είναι $:\ddot{\text{S}}=\text{C}=\ddot{\text{S}}:$

Οι διπλοί δεσμοί μεταξύ των ατόμων C και S υπολογίζονται ως απλοί, άρα το άτομο του C θα έχει 2 ζεύγη ηλεκτρονίων.

Άρα το μόριο θα είναι γραμμικό (γωνίες 180°)

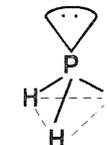


ε. PH_3



Ο ηλεκτρονιακός τύπος κατά Lewis είναι $\text{H}-\ddot{\text{P}}-\text{H}$
 $|\text{H}$

Το άτομο του P έχει 3 δεσμικά ζεύγη και 1 μη δεσμικό ζεύγος ηλεκτρονίων, άρα συνολικά 4 ζεύγη ηλεκτρονίων. Επομένως η δομή θα είναι τετραεδρική, με το μη δεσμικό ζεύγος να βρίσκεται στη τέταρτη κορυφή (τριγωνική πυραμίδα).



1.50. Να προβλεφθούν τα γεωμετρικά σχήματα των παρακάτω ιόντων :

α) NO_2^-

β) NO_3^-

γ) SO_4^{2-}

δ) ClO_3^-

Απάντηση :

α) Ο ηλεκτρονιακός τύπος κατά Lewis θα είναι $[\text{:}\ddot{\text{O}}-\ddot{\text{N}}=\ddot{\text{O}}\text{:}]^-$

Το κεντρικό άτομο του αζώτου θα έχει συνολικά 3 ζεύγη ηλεκτρονίων (ο διπλός δεσμός υπολογίζεται ως απλός) άρα το σχήμα του μορίου θα είναι επίπεδο τριγωνικό και επειδή έχουμε 1 μη δεσμικό ζεύγος γωνιακό.

β) Ο ηλεκτρονιακός τύπος κατά Lewis θα είναι $[\text{:}\ddot{\text{O}}-\ddot{\text{N}}-\ddot{\text{O}}\text{:}]^-$
 $:\ddot{\text{O}}:$

Το κεντρικό άτομο του αζώτου θα έχει 3 δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων (ο διπλός δεσμός υπολογίζεται ως απλός) άρα το σχήμα του μορίου θα είναι επίπεδο τριγωνικό.

γ) Ο ηλεκτρονιακός τύπος κατά Lewis θα είναι $[\text{:}\ddot{\text{O}}:\text{:}\ddot{\text{O}}-\text{S}-\ddot{\text{O}}\text{:}]^{2-}$
 $:\ddot{\text{O}}:$

Το κεντρικό άτομο του θείου θα έχει 4 δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων άρα το σχήμα του μορίου θα είναι κανονικό τετράεδρο.

δ) Ο ηλεκτρονιακός τύπος κατά Lewis θα είναι $[\text{:}\ddot{\text{O}}-\ddot{\text{Cl}}-\ddot{\text{O}}\text{:}]^-$
 $:\ddot{\text{O}}:$

Το κεντρικό άτομο του χλωρίου θα έχει συνολικά 4 ζεύγη ηλεκτρονίων άρα το σχήμα θα είναι τετραεδρικό και επειδή έχουμε 1 μη δεσμικό ζεύγος τριγωνική πυραμίδα.

1.51. Το μόριο AB_2 είναι πολικό και υπακούει στον κανόνα της οκτάδας. Ποιο θα είναι το σχήμα του μορίου σύμφωνα με τη θεωρία VSEPR; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Απάντηση :

Επειδή το μόριο υπακούει στον κανόνα της οκτάδας, το κεντρικό άτομο A θα έχει ένα μη

δεσμικό ζεύγος ηλεκτρονίων, δηλαδή ο τύπος κατά Lewis θα είναι: $\begin{array}{c} \text{:}\ddot{B}\text{--}\ddot{A}\text{--}\ddot{B}\text{:} \\ \text{:}\ddot{B}\text{:} \end{array}$

Αφού το κεντρικό άτομο θα έχει συνολικά 4 ζεύγη ηλεκτρονίων, το μόριο θα έχει σχήμα τετραεδρικό (τριγωνική πυραμίδα) και επειδή υπάρχει ένα μη δεσμικό ζεύγος ηλεκτρονίων οι γωνίες μεταξύ των ατόμων BAB θα είναι μικρότερες από $109,5^\circ$ (θα είναι 107°).

1.52. α) Γιατί τα μόρια NF_3 , BF_3 έχουν διαφορετικό σχήμα;

β) Οι γωνίες δεσμών στο μόριο NH_3 είναι 107° ενώ στο ιόν NH_4^+ είναι $109,5^\circ$. Γιατί παρουσιάζεται η παραπάνω διαφορά;

Απάντηση :

α) Οι τύποι κατά Lewis για τις δύο ενώσεις είναι:



Το άτομο του αζώτου έχει 3 δεσμικά και 1 μη δεσμικό ζεύγος ηλεκτρονίων, δηλαδή 4 ζεύγη, άρα το μόριο NF_3 θα έχει τετραεδρικό σχήμα, ενώ το άτομο του βορίου έχει 3 δεσμικά ζεύγη, άρα το μόριο BF_3 θα έχει τριγωνικό σχήμα.

β) Οι ηλεκτρονιακοί τύποι κατά Lewis για τις δύο ενώσεις είναι:



Στην πρώτη περίπτωση το άτομο του αζώτου έχει ένα μη δεσμικό ζεύγος ηλεκτρονίων, ενώ στη δεύτερη όλα τα ζεύγη είναι δεσμικά. Επειδή το μη δεσμικό ζεύγος καταλαμβάνει περισσότερο χώρο, οι γωνίες των δεσμών θα είναι μικρότερες από $109,05^\circ$.

Το σχήμα του μορίου NH_3 θα είναι τριγωνική πυραμίδα, ενώ του ιόντος NH_4^+ κανονικό τετράεδρο.

1.53. Δίνονται τα στοιχεία $_A$ και $_B$ 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 ;

Απάντηση :

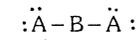
α) $_A A: 1s^2 2s^2 2p^4 \rightarrow 2n$ περίοδος, τομέας p

$_B B: 1s^2 2s^2 2p^2 \rightarrow 2n$ περίοδος, τομέας p

β) Κεντρικό άτομο θα είναι το B.

Τα συνολικά ηλεκτρόνια θα είναι: $4 + 2 \cdot 6 = 16e$

Τοποθετούμε 4e, περισσεύουν 12e τα οποία κατανέμονται στα άτομα A



Το κεντρικό άτομο δεν συμπληρώνει οκτάδα ηλεκτρονίων, άρα δύο ζεύγη μη δεσμικών e σχηματίζουν δύο επιπλέον δεσμούς (διπλοί δεσμοί).



Ο τύπος κατά Lewis θα είναι: $\text{:}\ddot{A}=\text{B}=\ddot{A}\text{:}$

γ) Επειδή το κεντρικό άτομο θα έχει δύο (2) ζεύγη δεσμικών ηλεκτρονίων (οι διπλοί δεσμοί υπολογίζονται ως απλοί) το μόριο θα είναι **γραμμικό**.



1.2. ΑΡΧΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑΚΗΣ ΔΟΜΗΣΗΣ

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΥΠΟΣΤΙΒΑΔΩΝ

1.73. Δύο υποστιβάδες, έστω q και r , χαρακτηρίζονται αντίστοιχα από τα ζευγάρια (n_1, ℓ_1) και (n_2, ℓ_2) . Ποια συμπληρώνεται πρώτη στις παρακάτω περιπτώσεις:

α) $n_1 > n_2$ και $\ell_1 > \ell_2$, **β)** $n_1 = n_2$ και $\ell_1 > \ell_2$

γ) $n_1 + \ell_1 < n_2 + \ell_2$, **δ)** $n_1 + \ell_1 = n_2 + \ell_2$, $n_1 > n_2$.

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

1.74. Κατά ποια σειρά θα συμπληρωθούν με ηλεκτρόνια οι παρακάτω υποστιβάδες: 4d, 4f, 5s, 5d, 6s.

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

1.75. Να τοποθετήσετε τις υποστιβάδες 3s, 4p, 3d, 5p, 4s, 4d κατά σειρά αυξανόμενης ενέργειας. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

1.76. Να τοποθετήσετε τις υποστιβάδες 3d, 3p, 4p, 4s, 4f κατά σειρά αυξανόμενης ενέργειας. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

ΑΠΑΓΟΡΕΥΤΙΚΗ ΑΡΧΗ ΤΟΥ PAULI

1.77. Να γίνει κατανομή σε υποστιβάδες των ηλεκτρονίων των στοιχείων:

α) ${}_{13}\text{Al}$, **β)** ${}_{19}\text{K}$, **γ)** ${}_{34}\text{Se}$, **δ)** ${}_{38}\text{Sr}$, **ε)** ${}_{53}\text{I}$

1.78. Να γίνει κατανομή σε υποστιβάδες των ηλεκτρονίων των ιόντων:

α) ${}_{9}\text{F}^-$, **β)** ${}_{11}\text{Na}^+$, **γ)** ${}_{16}\text{S}^{2-}$, **δ)** ${}_{20}\text{Ca}^{2+}$.

1.79. Σε ποιες από τις παρακάτω περιπτώσεις πρόκειται για ουδέτερο άτομο (συμπληρώστε O), κατιόν (K) ή ανιόν (A):

α.	Li	(Z = 3)	$1s^2 2s^1$
β.	H	(Z = 1)	$1s^2$
γ.	S	(Z = 16)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$
δ.	Ca	(Z = 20)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$
ε.	Rb	(Z = 37)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$
στ.	Cl	(Z = 17)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

1.80. Αν και δεν υπάρχουν ακόμα γνωστά στοιχεία με ηλεκτρόνια σε g υποστιβάδα, είναι δυνατό να βρεθούν τέτοια στοιχεία ή ορισμένα ηλεκτρόνια σε διεγερμένες καταστάσεις να καταλάβουν g υποστιβάδες. Αν για g υποστιβάδα $\ell = 4$, να απαντήσετε στις ακόλουθες ερωτήσεις:

α) Ποια είναι η ελάχιστη τιμή του κύριου κβαντικού αριθμού, ώστε να έχουμε υποστιβάδα g ;

β) Ποιες είναι οι δυνατές τιμές του m_ℓ ;

γ) Ποιος είναι ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων σε μια g υποστιβάδα;

1.81. α) Να βρεθεί η ηλεκτρονιακή δομή των: i) ${}_{12}\text{Mg}$, ii) ${}_{18}\text{Ar}$

β) Ποιες είναι οι τιμές των κβαντικών αριθμών για τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας καθενός στοιχείου.

1.82. Δίνεται το ιόν X^{2+} , για το οποίο γνωρίζουμε ότι έχει δύο ηλεκτρόνια με $n = 1$, οκτώ ηλεκτρόνια με $n = 2$ και οκτώ ηλεκτρόνια με $n = 3$. Να βρεθούν για το στοιχείο X στη θεμελιώδη κατάσταση:

α) Ο ατομικός αριθμός,

β) Ο συνολικός αριθμός s ηλεκτρονίων,

γ) Ο συνολικός αριθμός p ηλεκτρονίων,

δ) Ο συνολικός αριθμός d ηλεκτρονίων.

1.83. Ένα τροχιακό χαρακτηρίζεται από κβαντικούς αριθμούς $n = 3$, $\ell = 1$.

α) Για ποιο τροχιακό πρόκειται;

β) Πόσα τέτοια τροχιακά υπάρχουν;

γ) Ποιος είναι ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων που μπορεί να περιέχει το καθένα από αυτά;

1.84. Ποιος είναι ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων:

α) σε τροχιακό p , **β)** στην υποστιβάδα $3d$, **γ)** στην τρίτη στιβάδα,

Δικαιολογήστε τις απαντήσεις σας.

1.85. Αν υπήρχαν τρεις επιτρεπόμενες τιμές $(-\frac{1}{2}, 0, +\frac{1}{2})$ για τον κβαντικό αριθμό m_s , πόσα ηλεκτρόνια θα περιέχονταν (μέγιστος αριθμός) σε s και p υποστιβάδα;

1.86. Πόσα ηλεκτρόνια στη θεμελιώδη κατάσταση του ${}_{10}\text{Ne}$ έχουν:

α) $n = 2$, **β)** $m_\ell = 1$, **γ)** $\ell = 1$, **δ)** $m_s = +\frac{1}{2}$

1.87. Ποια -ή ποιες- από τις παρακάτω δομές δεν υπακούει στην απαγορευτική αρχή του Pauli:

α) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^7$

β) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

γ) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^3$

δ) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$

1.88. Ποιος είναι ο μικρότερος ατομικός αριθμός στοιχείου που περιέχει:

α) πέντε s ηλεκτρόνια, **β)** τρία p ηλεκτρόνια, **γ)** δύο $4p$ ηλεκτρόνια.

1.89. α) Ποιες από τις παρακάτω καταστάσεις είναι διεγερμένες:

i) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^1$

ii) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

iii) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5 4p^2$

iv) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$

β) Για τις διεγερμένες καταστάσεις, να γράψετε τη θεμελιώδη κατάσταση.

1.90. Να γράψετε τη θεμελιώδη κατάσταση για καθεμία από τις παρακάτω διεγερμένες:

α) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^4$, **β)** $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2$

β) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^6$, **δ)** $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^4 4s^1$

1.91. Ποιος είναι ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων που μπορούμε να βρούμε σε ένα πολυηλεκτρονιακό άτομο που να έχουν :

- α) $n=4$, β) $n=4, m_s=+\frac{1}{2}$, γ) $n=3, \ell=3$,
 δ) $n=5, \ell=1, m_\ell=1$, ε) $n=3, \ell=2, m_s=-\frac{1}{2}$

1.92. Ποιος είναι ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων που μπορούμε να βρούμε σε ένα πολυηλεκτρονιακό άτομο, τα οποία να έχουν :

- α) $n=1$, β) $n=1, m_s=-\frac{1}{2}$, γ) $n=3, \ell=0$
 δ) $n=2, \ell=2, m_\ell=-2$, ε) $n=2, \ell=1$

1.93. Να συμπληρώσετε τα κενά στις παρακάτω προτάσεις :

- α) Η στιβάδα N έχει $n = \dots\dots\dots$
 β) Η υποστιβάδα 5f έχει $\ell = \dots\dots\dots$ και περιέχει μέχρι $\dots\dots\dots$ ηλεκτρόνια.
 γ) Το τροχιακό 3p αντιστοιχεί στο ζευγάρι τιμών $(n, \ell) = \dots\dots\dots$ και περιέχει $\dots\dots\dots$ ηλεκτρόνια.
 δ) Το πλήθος των υποστιβάδων στη στιβάδα με $n=2$ είναι $\dots\dots\dots$
 ε) Το πλήθος των τροχιακών στη στιβάδα με $n=3$ είναι $\dots\dots\dots$
 στ) Η υποστιβάδα που χωράει μέχρι έξι (6) ηλεκτρόνια είναι $n = \dots\dots\dots$
 ζ) Η στιβάδα που χωράει μέχρι οκτώ (8) ηλεκτρόνια είναι $n = \dots\dots\dots$

ΚΑΝΟΝΑΣ ΤΟΥ HUND

1.94. Ένα άτομο οξυγόνου ($Z=8$) έχει ηλεκτρονιακή δομή $1s^2 2s^2 2p^3 3s^1$

- α) Πόσα ασύζευκτα (μονήρη) ηλεκτρόνια έχει ;
 β) Είναι στη θεμελιώδη ή σε διεγερμένη κατάσταση ;
 Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

1.95. Πόσα μονήρη ηλεκτρόνια θα έχουν οι ακόλουθες δομές εξωτερικής στιβάδας :

- α) $ns^2 np^2$ β) ns^2 γ) $ns^2 np^4$ δ) $ns^2 np^5$

1.96. Ποιες από τις ακόλουθες κατανομές τροχιακών για το άτομο του αζώτου ($Z=7$) αντίκεινται στον κανόνα του Hund ή στην απαγορευτική αρχή του Pauli :

	1s	2s	2p
α.	↑↓	↑↓	↑↓ ↑
β.	↑↓	↑↓	↑ ↑ ↑
γ.	↑↓	↑↑	↑ ↑ ↑

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

1.97. α) Ποια η ηλεκτρονιακή δομή των παρακάτω ατόμων στη θεμελιώδη κατάσταση :

- i) N ($Z=7$), ii) Cl ($Z=17$), iii) K ($Z=19$), iv) Se ($Z=34$)

β) Πόσα μονήρη ηλεκτρόνια διαθέτει καθένα από αυτά στη θεμελιώδη κατάσταση ;

1.98. Να υπολογιστεί ο αριθμός των μονήρων ηλεκτρονίων της εξωτερικής υποστιβάδας για καθένα από τα στοιχεία :

- α) ${}_9\text{A}$, β) ${}_{12}\text{B}$, γ) ${}_{15}\text{Γ}$, δ) ${}_{16}\text{Δ}$.

1.99. Εξηγήστε ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές (Σ) και ποιες λανθασμένες (Λ) :

- α. Η 4d υποστιβάδα συμπληρώνεται πριν από την 5s, επειδή ανήκει σε στιβάδα χαμηλότερης ενέργειας.
 β. Σε οποιοδήποτε τροχιακό μπορούν να τοποθετηθούν το πολύ δύο ηλεκτρόνια τα οποία έχουν αντίθετα spin.
 γ. Για το άτομο του Br ($Z=35$) η δομή : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^3 5s^2$ είναι θεμελιώδης.
 δ. Ο μικρότερος ατομικός αριθμός στοιχείου που περιέχει τρία p ηλεκτρόνια είναι $Z=5$.
 ε. Ένα άτομο που έχει δομή $ns^2 np^4$ στην εξωτερική στιβάδα, θα έχει δύο μονήρη ηλεκτρόνια.

1.3. ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΥ ΠΙΝΑΚΑ

1.100. α) Γιατί το He με δομή $1s^2$ κατατάσσεται στα ευγενή αέρια και όχι στη 2n (II_A) ομάδα ;
 β) Γιατί ο τομέας d του Π.Π. αρχίζει από την 4n περίοδο και ο τομέας f από την 6n περίοδο ;

1.101. Ποια είναι η θέση (τομέας, ομάδα, περίοδος) στον περιοδικό πίνακα των στοιχείων :
 ${}_{56}\text{A}$, ${}_{13}\text{B}$, ${}_{33}\text{Γ}$, ${}_{54}\text{Δ}$, ${}_{25}\text{E}$;

1.102. Το ιόν Sn^{2+} ενός στοιχείου έχει την ακόλουθη ηλεκτρονιακή δομή : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$.
 Ποια η θέση του στοιχείου Σ στον περιοδικό πίνακα ;

1.103. Σε ποιον τομέα του περιοδικού πίνακα ανήκουν :

- α) τα αλκάλια, β) τα αλογόνα, γ) τα ευγενή αέρια, δ) οι λανθανίδες,
 ε) οι αλκαλικές γαίες, στ) τα στοιχεία μετάπτωσης, ζ) οι ακτινίδες ;

1.104. Σε ποιον τομέα του περιοδικού πίνακα ανήκουν τα παρακάτω στοιχεία :

- A : $1s^2 2s^2 2p^2$
 B : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
 Γ : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6 4f^3 6s^2$
 Δ : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^3$
 E : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

1.105. Να γράψετε την ηλεκτρονιακή δομή για τα στοιχεία που ανήκουν στην :

- α) 3n περίοδο, 2n (II_A) ομάδα,
 β) 4n περίοδο, 14n (IV_A) ομάδα
 γ) 4n περίοδο, 18n (VIII_A) ομάδα,
 δ) 5n περίοδο, 4n (IV_B) ομάδα
 ε) 6n περίοδο, 16n (VI_A) ομάδα.

1.106. Το κάλιο ανήκει στην 4n περίοδο και την 1n (I_A) ομάδα του περιοδικού πίνακα.

Ποια θα είναι η ηλεκτρονιακή δομή του ιόντος K^+ ;

1.107. Το κάλιο (${}_{19}\text{K}$) και ο χαλκός (${}_{29}\text{Cu}$) έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων στην εξωτερική στιβάδα. Να εξηγήσετε γιατί το κάλιο ανήκει στην 1n ομάδα και ο χαλκός στη 11n ομάδα του περιοδικού πίνακα.

1.108. Έστω το στοιχείο Σ_1 με $Z = 7$.

- α)** Σε ποια περίοδο και ποια ομάδα του Π.Π. ανήκει;
β) Χωρίς να συμβουλευτείτε τον Π.Π., να βρείτε τους ατομικούς αριθμούς των στοιχείων που ανήκουν στην ίδια ομάδα με το στοιχείο Σ_1 .

1.109. Ένα στοιχείο Α ανήκει στην 4η περίοδο και την VI_A (16η) ομάδα.

- α)** Σε ποιον τομέα ανήκει και γιατί;
β) Ποιος ο ατομικός του αριθμός;
γ) Πόσα μονήρη ηλεκτρόνια έχει στην εξωτερική του στιβάδα;
 Να καταγράψετε τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας στα αντίστοιχα τροχιακά.

1.110. Με βάση την ηλεκτρονιακή τους δομή να βρείτε ποια από τα ακόλουθα στοιχεία ανήκουν στα στοιχεία μετάπτωσης: ${}_{37}A$, ${}_{26}B$, ${}_{15}Γ$, ${}_{42}Δ$, ${}_{79}E$.

1.4. ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΟΡΙΣΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΟΔΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ

1.111. Να διατάξετε τα ακόλουθα στοιχεία κατά αυξανόμενη ατομική ακτίνα:

- α)** ${}_3Li$, ${}_{55}Cs$, ${}_{19}K$, ${}_{37}Rb$, **β)** ${}_{31}Ga$, ${}_{34}Se$, ${}_{19}K$, ${}_{36}Kr$
 και να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

1.112. α) Το άτομο του K ($Z = 19$) έχει ακτίνα $2,27\text{\AA}$, ενώ το ιόν K^+ $1,13\text{\AA}$. Να εξηγήσετε αυτή τη διαφορά.

- β)** Το άτομο του Cl ($Z = 17$) έχει ακτίνα $0,99\text{\AA}$, ενώ το ιόν Cl^- $1,81\text{\AA}$. Να εξηγήσετε αυτή τη διαφορά.

1.113. Γιατί το νέον (${}_{10}Ne$) έχει πολύ μεγαλύτερη ενέργεια ιοντισμού από όλα τα στοιχεία που ανήκουν στην ίδια περίοδο του περιοδικού πίνακα με αυτό;

1.114. Ένα άτομο με μεγάλη ατομική ακτίνα, θα εμφανίζει μεγάλη ή μικρή τιμή ενέργειας ιοντισμού και γιατί; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

1.115. Να διατάξετε τα ακόλουθα στοιχεία κατά ελαττούμενη πρώτη ενέργεια ιοντισμού:

- α)** ${}_{11}Na$, ${}_{16}S$, ${}_{12}Mg$, ${}_{14}Si$, **β)** ${}_{56}Ba$, ${}_{12}Mg$, ${}_{20}Ca$, ${}_{38}Sr$
 και να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

1.116. Το Na έχει $E_1(1) = 494 \text{ kJ/mol}$ και $E_1(2) = 4560 \text{ kJ/mol}$, ενώ το Mg έχει $E_1(1) = 736 \text{ kJ/mol}$ και $E_1(2) = 1450 \text{ kJ/mol}$.

Να εξηγήσετε τη διαφορά μεταξύ πρώτης και δεύτερης ενέργειας ιοντισμού για τα δύο αυτά στοιχεία.

1.117. Το ασβέστιο έχει $E_1(1) = 590 \text{ kJ/mol}$ και $E_1(2) = 1150 \text{ kJ/mol}$.

Πόση ενέργεια απαιτείται για τη μετατροπή 4 g Ca σε ιόντα Ca^{2+} στην αέρια φάση;
 Δίνεται σχετική ατομική μάζα (ΑΒ) $Ca: 40$

1.118. Γιατί η ηλεκτρονιοσυγγένεια ενός αλογόνου έχει αρνητική τιμή, ενώ ενός ευγενούς αερίου έχει θετική τιμή;

1.119. Ποιο από τα δύο στοιχεία κάσιο (${}_{55}Cs$) και κάλιο (${}_{19}K$) έχει:

- α)** μικρότερη ατομική ακτίνα,
β) μεγαλύτερη ενέργεια ιοντισμού,
γ) μικρότερη ηλεκτρονιοσυγγένεια;
 Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

1.120. Σε ποιες περιοχές του περιοδικού πίνακα τα στοιχεία έχουν:

- α)** μεγαλύτερη ατομική ακτίνα,
β) μικρότερη ενέργεια ιοντισμού,
γ) μεγαλύτερη απόλυτη τιμή ηλεκτρονιοσυγγένειας;

1.121. Ποιες από τις παρακάτω αντιδράσεις είναι εξώθερμες και ποιες ενδόθερμες:

- α.** $Na_{(g)} \rightarrow Na_{(g)}^+ + e^-$
β. $K_{(g)} + e^- \rightarrow K_{(g)}^-$
γ. $He_{(g)} + e^- \rightarrow He_{(g)}^-$
δ. $Cl_{(g)} + e^- \rightarrow Cl_{(g)}^-$
ε. $Be_{(g)}^+ \rightarrow Be_{(g)}^{2+} + e^-$

1.122. Ένα άτομο με μικρή τιμή ενέργειας ιοντισμού, θα εμφανίζει μεγάλη ή μικρή απόλυτη τιμή ηλεκτρονιοσυγγένειας και γιατί;

1.123. Το άτομο ενός στοιχείου Α έχει μεγαλύτερη ακτίνα από το άτομο ενός στοιχείου Β, που έχει τον ίδιο αριθμό στιβάδων.

Ποιο στοιχείο από τα δύο έχει μεγαλύτερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού και ποιο μεγαλύτερη ηλεκτρονιοσυγγένεια (κατά απόλυτη τιμή);

1.124. Δίνονται τα στοιχεία: ${}_{19}A$, ${}_{35}B$, ${}_{28}Γ$, ${}_{32}Δ$.

- α)** Ποιο από αυτά έχει τη μικρότερη πρώτη ενέργεια ιοντισμού;
β) Ποιο από αυτά έχει τη μεγαλύτερη ατομική ακτίνα;
γ) Ποιο από αυτά είναι στοιχείο μετάπτωσης;
δ) Ποιο από αυτά μπορεί ευκολότερα να μετατραπεί σε ανιόν (δηλαδή έχει τη μεγαλύτερη απόλυτη τιμή ηλεκτρονιοσυγγένειας);



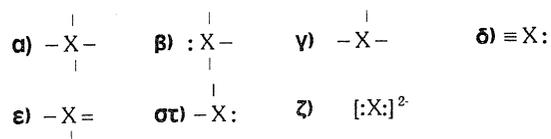
1.5. ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑΚΟΙ ΤΥΠΟΙ – ΣΧΗΜΑΤΑ ΜΟΡΙΩΝ

Για τις παρακάτω ασκήσεις θα χρειαστούν οι παρακάτω ατομικοί αριθμοί :
 ${}_1\text{H}$, ${}_4\text{Be}$, ${}_5\text{B}$, ${}_6\text{C}$, ${}_7\text{N}$, ${}_8\text{O}$, ${}_9\text{F}$, ${}_{14}\text{Si}$, ${}_{15}\text{P}$, ${}_{16}\text{S}$, ${}_{17}\text{Cl}$, ${}_{33}\text{As}$, ${}_{35}\text{Br}$, ${}_{53}\text{I}$

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΚΑΤΑ LEWIS

1.125. α) Γιατί το άτομο του υδρογόνου δεν υπακούει στον κανόνα των οκτώ ηλεκτρονίων στην εξωτερική στιβάδα;
β) Πόσους ομοιοπολικούς δεσμούς μπορεί να σχηματίσει ένα άτομο υδρογόνου;

1.126. Σε ποια - ή ποιες - από τις παρακάτω δομές το X υπακούει στον κανόνα της οκτάδας στην εξωτερική στιβάδα:



1.127. Να βρεθεί η δομή κατά Lewis για την μεθανόλη (CH_2O)
(ΥΠΟΔΕΙΞΗ : το κεντρικό άτομο θα είναι ο άνθρακας, που θα ενώνεται με τα δύο άτομα υδρογόνου και το άτομο οξυγόνου).

1.128. Το διχλωρίδιο του θείου SCl_2 χρησιμοποιείται στο βουλκανισμό του καουτσούκ για την κατασκευή λάστιχων. Ποιος θα είναι ο ηλεκτρονιακός του τύπος;

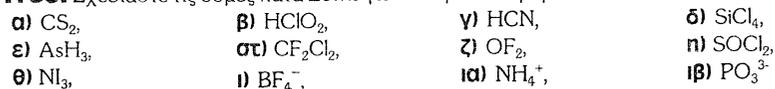
1.129. Παρά τις πολλές προσπάθειες που έγιναν κατά καιρούς, το υπερβρωμικό ιόν (BrO_4^-) δεν απομονώθηκε στο εργαστήριο μέχρι περίπου το 1970 (εποχή μάλιστα που τυπώνονταν άρθρα που εξηγούσαν θεωρητικά γιατί δε θα απομονωθεί ποτέ!).
 Σχεδιάστε τη δομή κατά Lewis για το ιόν αυτό.

1.130. Η ένωση BrF_4 χρησιμοποιείται για να φθοριώσει το ουράνιο σε ένωση UF_6 , από την οποία μπορούμε να απομονώσουμε το ισότοπο του ουρανίου που χρησιμοποιείται ως πυρηνικό καύσιμο. Σχεδιάστε τη δομή κατά Lewis του BrF_4 .

1.131. Το αιθανοδιικό οξύ (οξαλικό οξύ, $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) απομονώθηκε από το φυτό οξαλίδα (ξινίδρα).
 Σχεδιάστε τον ηλεκτρονιακό τύπο του κατά Lewis
(ΥΠΟΔΕΙΞΗ : τα δύο άτομα C ενώνονται μεταξύ τους).

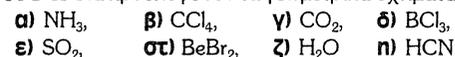
1.132. Σχεδιάστε τις δομές κατά Lewis για τις οργανικές ενώσεις:
 αιθανόλη ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$), μεθανικό οξύ (HCOOH), προπανόνη (CH_3COCH_3).

1.133. Σχεδιάστε τις δομές κατά Lewis για τα παρακάτω μόρια και ιόντα:

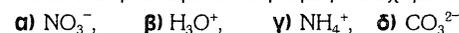


ΘΕΩΡΙΑ VSEPR – ΣΧΗΜΑΤΑ ΜΟΡΙΩΝ

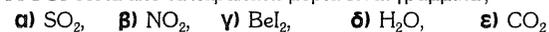
1.134. Να προβλεφθούν τα γεωμετρικά σχήματα των παρακάτω μορίων:



1.135. Να προβλεφθούν τα γεωμετρικά σχήματα των παρακάτω ιόντων:



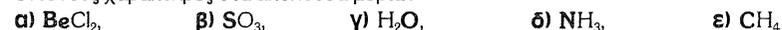
1.136. Ποια από τα παρακάτω μόρια είναι γραμμικά;



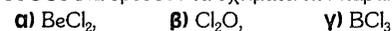
1.137. Ποια από τα παρακάτω μόρια είναι επίπεδα τριγωνικά;



1.138. Να βρείτε τη γωνία που σχηματίζουν οι δεσμοί του ατόμου που έχει επισημανθεί με έντονους χαρακτήρες στα ακόλουθα μόρια:



1.139. Να βρεθούν τα σχήματα των παρακάτω μορίων:



και να κατατάξετε κατ' αυξανόμενη τιμή της γωνίας $\angle \text{ClBeCl}$, $\angle \text{ClBCl}$ και $\angle \text{ClOCl}$

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1.140. Δίνονται τα στοιχεία H, O, Cl που έχουν ατομικούς αριθμούς 1, 8, 17, αντίστοιχα.

α) Να γράψετε τις ηλεκτρονιακές δομές (στιβάδες, υποστιβάδες) των παραπάνω στοιχείων στη δεμελιώδη κατάσταση και να αναφέρετε ονομαστικά τις αρχές και τον κανόνα της ηλεκτρονιακής δόμησης.

β) Να γράψετε τον ηλεκτρονιακό τύπο κατά Lewis του χλωριώδους οξέος (HClO_2)

(Θέμα 2000)

1.141. Δίνονται τα στοιχεία ${}_5\text{A}$ και ${}_7\text{B}$.

α) Να βρεθεί η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του στοιχείου A στη δεμελιώδη κατάσταση.

β) Πόσα μονήρη ηλεκτρόνια διαθέτει το άτομο αυτό και γιατί;

γ) Να βρεθεί ο ηλεκτρονιακός τύπος κατά Lewis της ένωσης μεταξύ τους.

δ) Ποια θα είναι η διάταξη του μορίου στο χώρο και ποια η γωνία μεταξύ του κεντρικού και των υπολοίπων ατόμων;

1.142. Δίνονται τα στοιχεία ${}_6\text{A}$, ${}_8\text{B}$ και ${}_9\text{Γ}$.

α) i) Να βρεθεί η ηλεκτρονιακή δομή για το καθένα στη δεμελιώδη κατάσταση.

ii) Να βρεθεί ο αριθμός των μονήρων ηλεκτρονίων στις εξωτερικές στους στιβάδες.

β) Σε ποια περίοδο και ομάδα του περιοδικού πίνακα ανήκουν;

γ) Να γραφούν οι ηλεκτρονιακοί τύποι κατά Lewis των ενώσεων: i) AB_2 , ii) $\text{A}\Gamma_4$, iii) $\text{B}\Gamma_2$

δ) Ποια τα σχήματα των παραπάνω μορίων και γιατί;

- 1.143. α)** Να γραφεί η κατανομή των ηλεκτρονίων σε υποστιβάδες για το άτομο του πυριτίου ($_{14}\text{Si}$) στη θεμελιώδη κατάσταση.
β) Να γραφούν οι κβαντικοί αριθμοί των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας.
γ) Να βρεθεί ο αριθμός των ηλεκτρονίων με $m_s = \frac{1}{2}$.
δ) Ποιο το σχήμα του μορίου της ένωσης SiH_4 ;
- 1.144.** Το άτομο ενός στοιχείου Σ έχει 2 ηλεκτρόνια στη στιβάδα Κ, 8 ηλεκτρόνια στη στιβάδα L και 7 ηλεκτρόνια στη στιβάδα Μ. Να βρεθούν:
α) Ο ατομικός αριθμός του στοιχείου και η κατανομή των ηλεκτρονίων σε υποστιβάδες.
β) Πόσα μονήρη ηλεκτρόνια θα έχει στην εξωτερική στιβάδα και γιατί;
γ) Να γραφεί ο ηλεκτρονιακός τύπος κατά Lewis του ιόντος SO_3^- και να βρεθεί το γεωμετρικό του σχήμα.
- 1.145.** Δίνεται το στοιχείο Χ με ατομικό αριθμό 16.
α) Να γραφεί η ηλεκτρονιακή του δομή στη θεμελιώδη κατάσταση.
β) Σε ποιο τομέα, ομάδα και περίοδο του περιοδικού πίνακα ανήκει;
γ) Πόσα μονήρη ηλεκτρόνια έχει στην εξωτερική του στιβάδα;
δ) Να γράψετε τον ηλεκτρονιακό τύπο κατά Lewis της ένωσης H_2XO_3 .
ε) Ποιο θα είναι το σχήμα του μορίου XO_3 ;
- 1.146. α)** Ποιος θα είναι ο ατομικός αριθμός ενός στοιχείου Α που έχει ημισυμπληρωμένα τα τροχιακά της 3p υποστιβάδας; Γράψτε την ηλεκτρονιακή δομή του στη θεμελιώδη κατάσταση.
β) Σε ποια ομάδα και περίοδο του περιοδικού πίνακα ανήκει;
γ) Να γραφεί ο ηλεκτρονιακός τύπος κατά Lewis του ιόντος AO_4^- .
- 1.147. α)** Να γραφεί η ηλεκτρονιακή δομή του οξυγόνου ($_{8}\text{O}$) στη θεμελιώδη κατάσταση.
β) Να γίνει κατανομή τροχιακών. Πόσα μονήρη ηλεκτρόνια έχει;
γ) Να γραφούν οι κβαντικοί αριθμοί των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας.
δ) Ποια από τα συμπληρωμένα ή ημισυμπληρωμένα τροχιακά έχουν:
 i) το ίδιο σχήμα και διαφορετικό μέγεθος,
 ii) το ίδιο σχήμα, ίδιο μέγεθος και διαφορετικό προσανατολισμό;
ε) Να γραφεί ο ηλεκτρονιακός τύπος κατά Lewis της ένωσης H_2O και να προβλέψετε το γεωμετρικό της σχήμα.
- 1.148.** Δίνεται το στοιχείο Σ με ατομικό αριθμό 35.
α) Να γίνει κατανομή των ηλεκτρονίων σε υποστιβάδες και στα τροχιακά της εξωτερικής στιβάδας.
β) Να αναφέρετε ονομαστικά τις αρχές και τους κανόνες με βάση τους οποίους κάνατε τις παραπάνω κατανομές.
γ) Σε ποια περίοδο και ομάδα του περιοδικού πίνακα θα ανήκει;
δ) Να γράψετε τον ηλεκτρονιακό τύπο της ένωσης H_2SO_3 .
ε) Να βρεθεί το σχήμα του ιόντος SO_2^- . Δίνονται: $_{1}\text{H}$, $_{8}\text{O}$.
- 1.149.** Δίνονται τα στοιχεία $_{9}\text{A}$ και $_{16}\text{B}$.
α) Να βρεθεί η ηλεκτρονιακή τους δομή.
β) Να βρεθεί η θέση τους (ομάδα, περίοδος) στον περιοδικό πίνακα.
γ) Ποιο από τα δύο έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα και μεγαλύτερη ηλεκτρονιοσυγγένεια; Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.
δ) Να βρεθούν τα σχήματα των μορίων: i) AO_2 και ii) BO_2 . Δίνεται: $_{8}\text{O}$.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΑΠΟ ΚΟΥΛΙΦΕΤΗ – ΜΑΝΤΑ

👉 Οι απαντήσεις και λύσεις στη σελ. 94

1ο ΩΡΙΑΙΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ

(ΚΒΑΝΤΙΚΟΙ ΑΡΙΘΜΟΙ, ΥΠΟΣΤΙΒΑΔΕΣ, ΑΡΧΗ ΤΟΥ PAULI, ΚΑΝΟΝΑΣ ΤΟΥ HUND)
 Διάρκεια: 45 min

ΘΕΜΑ 1ο

- 1.** Ο αριθμός των τροχιακών της στιβάδας Μ είναι:
α. 2 **β.** 6 **γ.** 9 **δ.** 12 (5 μ.)
- 2.** Ο αριθμός των μονήρων ηλεκτρονίων στη δομή ns^2np^3 της εξωτερικής στιβάδας είναι:
α. 3 **β.** 5 **γ.** 1 **δ.** 4 (5 μ.)
- 3.** Σε ποια από τις παρακάτω σειρές οι υποστιβάδες έχουν τοποθετηθεί κατά αυξανόμενη ενέργεια:
α. 3p, 3d, 4s **β.** 4p, 5s, 4d **γ.** 4s, 4p, 3d **δ.** 2s, 3s, 2p (5 μ.)
- 4.** Να γίνει αντιστοίχιση μεταξύ των υποστιβάδων της στήλης (I) των ζευγαριών κβαντικών αριθμών (n, l) της στήλης (II):

(I)	(II)
1. 1s	α. (2, 1)
2. 4d	β. (1, 0)
3. 2p	γ. (4, 2)
4. 3d	δ. (3, 1)
	ε. (4, 3)
	στ. (3, 2)

(10 μ.)

ΘΕΜΑ 2ο

- 1.** Εξηγήστε αν οι παρακάτω προτάσεις είναι σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ):
α. Αν η τιμή του l είναι 0, το τροχιακό παρουσιάζει σφαιρική συμμετρία.
β. Η ηλεκτρονιακή δομή $1s^2 2s^2 2p^6 3s^3 3p^6$ συμφωνεί με την απαγορευτική αρχή του Pauli.
γ. Οι υποστιβάδες 4s και 3d είναι ενεργειακά ισοδύναμες, επειδή έχουν το ίδιο άθροισμα $n + l$.
 (15 μ.)
- 2.** Να παραστήσετε την κατανομή των ηλεκτρονίων στα τροχιακά στο άτομο του άνδρακα ($_{6}\text{C}$) και να δικαιολογήσετε την κατανομή που κάνατε.
 (25 μ.)

ΘΕΜΑ 3ο

- Το άτομο ενός στοιχείου Χ διαθέτει στην εξωτερική του στιβάδα ηλεκτρόνιο που χαρακτηρίζεται με κβαντικούς αριθμούς (3, 1, 1, $\frac{1}{2}$).
α) Σε ποια υποστιβάδα ανήκει το ηλεκτρόνιο αυτό;
β) Πόσα τροχιακά διαθέτει αυτή η υποστιβάδα;
γ) Αν το στοιχείο αυτό έχει τέσσερα (4) ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα, ποιος ο ατομικός του αριθμός; Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.
 (15 + 15 + 15 = 45 μ.)

2ο ΩΡΙΑΙΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ

(ΚΒΑΝΤΙΚΟΙ ΑΡΙΘΜΟΙ, ΥΠΟΣΤΙΒΑΔΕΣ, ΑΡΧΗ ΤΟΥ PAULI, ΚΑΝΟΝΑΣ ΤΟΥ HUND)
Διάρκεια : 45 min

ΘΕΜΑ 1ο

1. Ο αριθμός των τροχιακών της υποστιβάδας d είναι: (5 μ.)
α. 1 β. 5 γ. 2 δ. 7
2. Για την υποστιβάδα 4f το ζεύγος τιμών (n, ℓ) είναι: (5 μ.)
α. (4, 0) β. (4, 2) γ. (4, 3) δ. (2, 4).
3. Ποια από τις παρακάτω ηλεκτρονιακές δομές δεν υπακούει στην απαγορευτική αρχή του Pauli: (5 μ.)
α. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$ γ. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^4$
β. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$ δ. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$
4. Να γίνει αντιστοίχιση μεταξύ των στοιχείων της στήλης (I) και των ηλεκτρονιακών τους δομών στη θεμελιώδη κατάσταση της στήλης (II):

(I)	(II)
1. Z = 7	α. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
2. Z = 11	β. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$
3. Z = 18	γ. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$
4. Z = 20	δ. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
	ε. $1s^2 2s^2 2p^3$

(10 μ.)

ΘΕΜΑ 2ο

1. Να εξηγήσετε ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές (Σ) και ποιες λανθασμένες (Λ): (15 μ.)
α) Ο κύριος κβαντικός αριθμός καθορίζει το σχήμα του τροχιακού, καθώς και την ενέργεια του ηλεκτρονίου.
β) Ο αζιμουδιακός κβαντικός αριθμός καθορίζει το μέγεθος του τροχιακού, δηλαδή τη μέση απόσταση των ηλεκτρονίων από τον πυρήνα, λόγω της άπωσής τους.
γ) Ο μαγνητικός κβαντικός αριθμός καθορίζει τον προσανατολισμό ενός τροχιακού στο χώρο.
2. α) Διατυπώστε την απαγορευτική αρχή του Pauli.
β) Γιατί μια υποστιβάδα s δεν μπορεί να περιέχει τρία ηλεκτρόνια; (10 + 5 = 15 μ.)

ΘΕΜΑ 3ο

1. Βρείτε το μέγιστο αριθμό ηλεκτρονίων σε ένα άτομο για τα οποία ισχύουν: (20 μ.)
α. $n = 2$ και $m_l = 1$, β. $n = 4$, $ℓ = 3$, $m_s = -\frac{1}{2}$
2. α. Ποια η ηλεκτρονιακή δομή του σεληνίου (${}_{34}\text{Se}$) στη θεμελιώδη κατάσταση;
β. Να γίνει κατανομή των ηλεκτρονίων στα τροχιακά της εξωτερικής στιβάδας. Πόσα μονήρη ηλεκτρόνια θα διαθέτει; (10 + 15 = 25 μ.)

3ο ΩΡΙΑΙΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ

(ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ, ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ)
Διάρκεια : 45 min

1. Ποιο από τα παρακάτω στοιχεία δεν είναι ευγενές αέριο: (5 μ.)
α. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ γ. $1s^2$
β. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$ δ. $1s^2 2s^2 2p^6$
2. Τα στοιχεία μετάπτωσης απαντώνται στον τομέα: (5 μ.)
α. s β. p γ. d δ. f
3. Η ατομική ακτίνα σε μια περίοδο του περιοδικού πίνακα: (5 μ.)
α. αυξάνεται από αριστερά προς τα δεξιά
β. αυξάνεται από δεξιά προς τα αριστερά
γ. παραμένει αμετάβλητη
δ. εξαρτάται από την τιμή της πρώτης ενέργειας ιοντισμού.
4. Να εξηγήσετε εάν οι παρακάτω προτάσεις είναι σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ): (10 + 10 = 20 μ.)
α. Το στοιχείο ${}_{32}\text{X}$ ανήκει στη 4η περίοδο και την IV_B (4n) ομάδα.
β. Όσο μεγαλύτερη τιμή ηλεκτρονιοσυγγένειας έχει μέταλλο στοιχείο, τόσο πιο ηλεκτραρνητικό είναι.
5. Ποιο από τα στοιχεία ${}_{11}\text{A}$, ${}_{19}\text{B}$, ${}_{20}\text{Γ}$ έχει τη μικρότερη τιμή πρώτης ενέργειας ιοντισμού και γιατί; (10 μ.)
6. Δίνονται τα στοιχεία της VI_A (16ης) ομάδας: O, S, Se, Te, Po.
α. Σε ποιον τομέα του Περιοδικού Πίνακα ανήκουν;
β. Ποιο θα έχει τη μεγαλύτερη ατομική ακτίνα;
γ. Ποιο θα είναι το πιο ηλεκτραρνητικό;
Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας. (10 + 10 + 10 = 30 μ.)
7. Δίνεται ο παρακάτω πίνακας:
- | Στοιχείο | $E_{1(1)}$ (kJ/mol) | $E_{1(2)}$ (kJ/mol) |
|----------------|---------------------|---------------------|
| ${}_3\text{X}$ | 521,1 | 7295,4 |
| ${}_4\text{Ψ}$ | 897,5 | 1746,7 |
- Να εξηγήσετε:
α) Γιατί το στοιχείο A έχει μικρότερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού;
β) Γιατί το στοιχείο A έχει τόσο μεγάλη διαφορά μεταξύ $E_{1(1)}$ και $E_{1(2)}$; (10 + 15 = 25 μ.)

- 2. α)** Να βρείτε τον ατομικό αριθμό του στοιχείου Α που διαθέτει ένα ζεύγος ηλεκτρονίων στην υποστιβάδα 4p.
β) Να βρεθούν οι κατανομές ηλεκτρονίων στα τροχιακά για το άτομο του φθορίου (${}_{9}\text{F}$). (10 μ.)

ΘΕΜΑ 3ο

Ένα στοιχείο Σ_1 έχει ατομικό αριθμό $Z = 38$.

- α)** Να γραφούν οι τετράδες των κβαντικών αριθμών των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας.
β) Να συγκρίνετε τις ατομικές ακτίνες και τις ενέργειες πρώτου ιοντισμού του Σ_1 με του στοιχείου Σ_2 που έχει ατομικό αριθμό $Z = 20$ και να δικαιολογήσετε την απάντησή σας. (25 μ.)

ΘΕΜΑ 4ο

- α.** Πώς κατανέμονται σε υποστιβάδες τα ηλεκτρόνια του φωσφόρου (${}_{15}\text{P}$);
β. Πόσα ηλεκτρόνια περιέχονται στη στιβάδα σθένους του και πόσα από αυτά θα είναι μονήρη;
γ. Σε ποιο τομέα, περίοδο και ομάδα του περιοδικού πίνακα ανήκει ο φώσφορος;
δ. i) Να γραφεί η δομή κατά Lewis της ένωσης PH_3 και
ii) Να βρεθεί το γεωμετρικό σχήμα του μορίου της ένωσης αυτής. (5 + 5 + 5 + 10 = 25 μ.)



**ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΟΥ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟΥ
ΣΤΟ 1ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ**

Οι απαντήσεις και λύσεις στη σελ. 95

Ερωτήσεις σύντομης απάντησης

- Κατά τη μετάπτωση ενός ηλεκτρονίου από μία ενεργειακή στάθμη E_2 σε μία άλλη E_1 εκπέμπεται ακτινοβολία με μήκος κύματος λ . Γράψτε τη σχέση που συνδέει τα μεγέθη E_1 , E_2 και λ και χαρακτηρίστε τις σταθερές που υπεισέρχονται στη σχέση αυτή.
- Όταν το ηλεκτρόνιο στο άτομο του υδρογόνου βρίσκεται στη δεμελιώδη κατάσταση έχει ενέργεια κατά Bohr ίση με $-2,18 \cdot 10^{-18}$ J. Γράψτε τις τιμές που θα έχει η ενέργεια αυτού του ηλεκτρονίου κατά τη διέγερσή του στις στιβάδες L και M, καθώς και όταν αυτό έχει αποσπαστεί από το άτομο.
- Διατυπώστε την αρχή της αβεβαιότητας του Heisenberg.
- Ποιες υποστιβάδες και πόσα ατομικά τροχιακά αντιστοιχούν στην τιμή $n = 2$ του κύριου κβαντικού αριθμού;
- Πόσα το πολύ ηλεκτρόνια ενός ατόμου χαρακτηρίζονται από τις τιμές $n = 3$ και $\ell = 1$ των δύο πρώτων κβαντικών αριθμών.
- Ποια και πόσα συμπληρωμένα ή ημισυμπληρωμένα ατομικά τροχιακά στο άτομο του οξυγόνου ($Z = 8$) έχουν: **α)** το ίδιο σχήμα και διαφορετικό μέγεθος, **β)** το ίδιο σχήμα και το ίδιο μέγεθος.
- Διατυπώστε τον κανόνα από τον οποίο προκύπτει ότι το άθροισμα των κβαντικών αριθμών του spin για όλα τα ηλεκτρόνια στο άτομο του άνθρακα ($Z = 6$) είναι ίσο με 1.
- Να αναφέρετε ένα ατομικό τροχιακό στο οποίο μπορεί να βρεθεί το ηλεκτρόνιο του ατόμου του υδρογόνου όταν βρίσκεται σε διεγερμένη κατάσταση. Να συγκρίνετε τις ενέργειες του ηλεκτρονίου αυτού στη δεμελιώδη και στη διεγερμένη κατάσταση.
- Να αναφέρετε δύο διαφορές μεταξύ του 2s και των 2p ατομικών τροχιακών.
- Κάντε την κατανομή των ηλεκτρονίων κατά υποστιβάδες στο άτομο του Br ($Z = 35$) και βρείτε τον αριθμό των ηλεκτρονίων σθένους στο άτομο αυτού του στοιχείου.
- Κάντε την κατανομή των ηλεκτρονίων κατά τροχιακά στο άτομο του Cr ($Z = 24$) και βρείτε πόσα μονήρη ηλεκτρόνια περιέχονται στο άτομο αυτού του στοιχείου.
- Υπολογίστε τον αριθμό των συμπληρωμένων και ημισυμπληρωμένων ατομικών τροχιακών που περιέχονται στο άτομο του As ($Z = 33$) στη δεμελιώδη κατάσταση.
- Γράψτε τη δομή των ηλεκτρονίων της στιβάδας σθένους για το δεύτερο και για το τέταρτο ευγενές αέριο.

14. Γράψτε το σύνολο των υποστιβάδων στις οποίες είναι δυνατό να περιέχονται ηλεκτρόνια (θεμελιώδης κατάσταση) για ένα στοιχείο που ανήκει στην 4η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα.
15. Με ποιο κριτήριο ένα στοιχείο κατατάσσεται στον τομέα s του Π.Π.;
16. Ποια ομοιότητα εμφανίζουν ως προς τη δομή τους τα στοιχεία που ανήκουν στην 17η ομάδα του Π.Π.;
17. Πόσα στοιχεία συμπεριλαμβάνονται στη σειρά του λανθανίου και πόσα απ' αυτά ανήκουν στον τομέα f του Π.Π.;
18. Για ποιο λόγο δεν υπάρχουν στη φύση στοιχεία με ατομικό αριθμό μεγαλύτερο του 92;
19. Ποιες ομάδες αποτελούν τον τομέα d του Π.Π. ; Γράψτε την ηλεκτρονιακή δομή ενός στοιχείου Σ που ανήκει στον τομέα d και βρείτε την ομάδα του Π.Π. στην οποία ανήκει αυτό το στοιχείο.
20. Ποιες από τις 18 ομάδες του Π.Π. χαρακτηρίζονται ως κύριες και σε ποιους τομείς ανήκουν οι ομάδες αυτές;
21. Γράψτε τον ατομικό αριθμό ενός στοιχείου που ανήκει σε μία από τις δευτερεύουσες ομάδες του Π.Π. και βρείτε στη συνέχεια τον τομέα του Π.Π. στον οποίο ανήκει αυτό το στοιχείο.
22. Πόσα στοιχεία περιλαμβάνει η 6η περίοδος του Π.Π. και πώς κατανέμονται αυτά στους τέσσερις τομείς;
23. Τι κοινό εμφανίζει η ηλεκτρονιακή δομή των στοιχείων, σύμφωνα με τη θεωρία του Lewis, όταν αυτά σχηματίσουν χημικές ενώσεις ; Ποια είναι η αιτία απόκτησης της κοινής αυτής ηλεκτρονιακής δομής για τα στοιχεία και με ποιους τρόπους επιτυγχάνεται ;
24. Πόσα κοινά και πόσα μη δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων περιέχονται στο μόριο του HCl ; Το υδρογόνο έχει ατομικό αριθμό 1 και το χλώριο 17.
25. Γράψτε τους ηλεκτρονικούς τύπους κατά Lewis του HClO και του HClO₃. Το υδρογόνο έχει ατομικό αριθμό 1 και το χλώριο 17.
26. Εξηγήστε γιατί οι ηλεκτρονικοί τύποι B(-F)₃ και P(-Cl)₅ δεν συμφωνούν με τη θεωρία του Lewis.

Ερωτήσεις ανάπτυξης

3. Με βάση ποιες σύγχρονες επιστημονικές αντιλήψεις αιτιολογείται ο όρος «κυματοσωματιδιακός δυισμός»; Τι εννοούμε λέγοντας ότι το φωτόνιο και το ηλεκτρόνιο έχουν διπλή υπόσταση ;
4. Εξετάστε πόσα ηλεκτρόνια στο άτομο του βορίου (Z = 5) χαρακτηρίζονται από την τιμή $m_s = +\frac{1}{2}$ του κβαντικού αριθμού του spin ; Ποιες είναι οι τιμές των δύο πρώτων κβαντικών αριθμών για το καθένα απ' αυτά τα ηλεκτρόνια ;

5. Εξηγήστε το λόγο για τον οποίο για τον καθορισμό ενός s ατομικού τροχιακού απαιτείται η γνώση δύο κβαντικών αριθμών, ενώ για τον καθορισμό κάθε άλλου ατομικού τροχιακού πρέπει να γνωρίζουμε την τιμή και ενός τρίτου κβαντικού αριθμού. Δώστε ένα σχετικό παράδειγμα.
6. Διατυπώστε την απαγορευτική αρχή του Pauli και εφαρμόστε την αρχή αυτή προκειμένου να υπολογίσετε το μέγιστο αριθμό ηλεκτρονίων στη στιβάδα L ενός ατόμου.
7. Ποιος είναι ο μέγιστος αριθμός μονήρων ηλεκτρονίων που μπορεί να υπάρχουν στην υποστιβάδα 2p ενός ατόμου ; Διατυπώστε τον κανόνα με βάση τον οποίο προσδιορίζεται ο αριθμός αυτός και δείξτε ότι υπάρχει ένα μόνο στοιχείο τα άτομα του οποίου είναι δυνατό να έχουν το μέγιστο αριθμό μονήρων ηλεκτρονίων στην υποστιβάδα 2p, υπολογίζοντας τον ατομικό αριθμό αυτού του στοιχείου.
8. Να αναφέρετε τι κοινό εμφανίζουν ως προς την ηλεκτρονιακή τους δομή :
 α) τα στοιχεία του τομέα d του Π.Π.
 β) τα στοιχεία της 13ης ομάδας του Π.Π.
 γ) τα στοιχεία της 4ης περιόδου του Π.Π.
9. Μελετήστε τον Π.Π. και εξετάστε σε πόσες περιόδους και σε πόσες ομάδες κατανέμονται τα στοιχεία των τομέων s και p. Εξηγήστε τους λόγους αυτών των κατανομών.
10. Πόσα ηλεκτρόνια έχουν στη στιβάδα σθένους τα στοιχεία της 2ης, της 13ης και της 18ης ομάδας του Π.Π. και πώς κατανέμονται αυτά τα ηλεκτρόνια σε υποστιβάδες ; Βρείτε τους ατομικούς αριθμούς των στοιχείων που ανήκουν στις τρεις παραπάνω ομάδες και στην 3η περίοδο του Π.Π.
12. Γράψτε τον ηλεκτρονικό τύπο κατά Lewis του ανθρακικού οξέος (H₂CO₃) και εξηγήστε τα στάδια που ακολουθήσατε για την εύρεσή του.
 Δίνονται οι ατομικοί αριθμοί των στοιχείων : C = 6, H = 1, O = 8.

Ερωτήσεις συμπλήρωσης

1. Σύμφωνα με τη θεωρία του Bohr, το ηλεκτρόνιο στο άτομο του υδρογόνου διαγράφει τροχιές με τον πυρήνα καθορισμένης και ενέργειας.
2. Κατά τον Planck το κάθε κβάντο ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας μεταφέρει ενέργεια που δίνεται από τη σχέση, όπου h η, η οποία μετράται σε και f η
3. Κατά τη μετάπτωση του ηλεκτρονίου στο άτομο του υδρογόνου από μια ενεργειακή κατάσταση E_{αρχ} σε μια ενεργειακή κατάσταση E_{τελ} εκπέμπεται της οποίας η συχνότητα f δίνεται από τη σχέση :
4. Η ενέργεια του ηλεκτρονίου στο άτομο του υδρογόνου παίρνει την ελάχιστη τιμή της όταν ο κβαντικός αριθμός έχει την τιμή Η κατάσταση αυτή ονομάζεται, ενώ κάθε άλλη ενεργειακή κατάσταση ονομάζεται

5. Σύμφωνα με τη θεωρία de Broglie κάθε συμπεριφέρεται και ως κύμα με μήκος
6. Ο ταυτόχρονος προσδιορισμός και ενός ηλεκτρονίου είναι αδύνατος, σύμφωνα με την που διατυπώθηκε από τον
7. Για την τιμή $n = 2$ του κύριου κβαντικού αριθμού ο αζιμουδιακός κβαντικός αριθμός μπορεί να πάρει συνολικά τις τιμές, ενώ οι δυνατές τιμές του μαγνητικού κβαντικού αριθμού για $n = 3$ είναι
8. Το μέγεθος, το σχήμα και ο ενός ατομικού τροχιακού καθορίζονται από τρεις παραμέτρους που ονομάζονται αντίστοιχα
9. Οι συνδυασμοί τιμών των δύο πρώτων κβαντικών αριθμών $n = 3, \ell = 1$ και $n = 4, \ell = 3$ χαρακτηρίζουν αντίστοιχα τα ατομικά τροχιακά και
10. Ο τέταρτος κβαντικός αριθμός ονομάζεται και παίρνει τιμές και εκφράζει
11. Μια υποστιβάδα p αποτελείται από ατομικά τροχιακά, τα οποία έχουν διαφορετικούς προσανατολισμούς, που καθορίζονται από τις τιμές του κβαντικού αριθμού.
12. Η ηλεκτρονιακή κατανομή κατά υποστιβάδες στο άτομο του Li ($Z = 3$) είναι Η κατανομή αυτή συμφωνεί με τη αρχή
13. Η τιμή του κύριου κβαντικού αριθμού καθορίζει την δύναμη μεταξύ ενώ η τιμή του δευτερεύοντος κβαντικού αριθμού καθορίζει την δύναμη που ασκείται στα ηλεκτρόνια από
14. Ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων για τις υποστιβάδες $1s, 2p, 3d$ και $4f$ είναι αντίστοιχα
15. Το κάθε ατομικό τροχιακό μπορεί να περιέχει από μέχρι ηλεκτρόνια.
16. Οι στιβάδες K, L, M και N
 α) αποτελούνται αντίστοιχα από υποστιβάδες,
 β) αποτελούνται αντίστοιχα από ατομικά τροχιακά,
 γ) μπορεί να περιέχουν αντίστοιχα μέχρι ηλεκτρόνια.
17. Κριτήριο για τη σύγκριση των ενεργειών δύο υποστιβάδων είναι η τιμή του αδροίσματος των κβαντικών αριθμών.
 Αν για δύο υποστιβάδες, όπως π.χ. για την και την το άθροισμα αυτό έχει την ίδια τιμή, τότε από τη μικρότερη ενέργεια χαρακτηρίζεται η υποστιβάδα εκείνη με τη τιμή του
18. Η ηλεκτρονιακή κατανομή κατά ατομικά τροχιακά στο άτομο του αζώτου ($Z = 7$) σύμφωνα με τον κανόνα του Hund είναι n και όχι n

19. Η τρίτη περίοδος του Περιοδικού Πίνακα περιλαμβάνει συνολικά στοιχεία των οποίων τα άτομα στη θεμελιώδη κατάσταση περιέχουν ηλεκτρόνια στην υποστιβάδα ή στις υποστιβάδες
20. Η 18η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα περιλαμβάνει συνολικά στοιχεία τα οποία ονομάζονται και ανήκουν στον τομέα Η ηλεκτρονιακή δομή της εξωτερικής τους στιβάδας είναι εκτός από το για το οποίο είναι
21. Οι τομείς s και αποτελούν τις ομάδες, ενώ οι τομείς αποτελούν τις ομάδες του Π.Π.
22. Ο τομέας f του Π.Π. περιλαμβάνει σειρές στοιχείων οι οποίες ανήκουν στην και στην περίοδο του Π.Π.
23. Συμπληρώστε τα διάστικτα στον παρακάτω πίνακα:

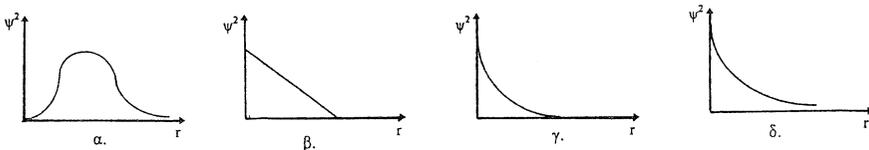
Σύμβολο και ατομικός αριθμός στοιχείου	Κατανομή ηλεκτρονίων στιβάδας σθένους	Περίοδος του Π.Π.	Ομάδα του Π.Π.	Τομέας του Π.Π.
$\text{Ca}, (Z = 20)$	.....	.....	.....	.....
$\text{Si}, (Z = \dots)$	$3s^2 3p^2$	.....	.....	.....
$\text{As}, (Z = \dots)$	.....	$4n$	$15n$	.....
..... ($Z = \dots$)	.....s^1	$1n$	.....	.....
$\text{Sc}, (Z = \dots)$	$4s^2$	.....	$3n$	d

24. Ο τομέας f του Π.Π. περιλαμβάνει συνολικά στοιχεία, τα οποία είναι τοποθετημένα σε περιόδους. Τα στοιχεία του τομέα f της περιόδου ανήκουν στις, ενώ αυτά που ανήκουν στην περίοδο υπάγονται στις
25. Οι ομάδες (τομέας s), καθώς και οι ομάδες (τομέας) αποτελούν τις κύριες ομάδες του Π.Π.
26. Η δεύτερη περίοδος του Π.Π. περιλαμβάνει τα στοιχεία με ατομικούς αριθμούς από έως, τα οποία ανήκουν στους τομείς και
27. Κατά την αναζήτηση κατά Lewis των ηλεκτρονιακών τύπων των ενώσεων $\text{CH}_4\text{O}, \text{CHCl}_3, \text{H}_2\text{SO}_4, \text{H}_3\text{PO}_4$ και HClO_2 θεωρούμε ως κεντρικό άτομο αντίστοιχα του ατόμου του, του, του, του και του
28. Στο μόριο του SO_3 , το ένα από τα τρία άτομα οξυγόνου έχει κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων με το άτομο του και μη δεσμικά (ασύζευκτα), ενώ το καθένα από τα υπόλοιπα δύο άτομα οξυγόνου έχει μη δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων.

19. Με τον όρο «ηλεκτρονιακό νέφος» εννοούμε :

- α) ένα χώρο στον οποίο μπορεί να βρεθούν ηλεκτρόνια
 β) ένα πλήθος ηλεκτρονίων που κινούνται σε ένα χώρο
 γ) το σύνολο των σημείων ενός χώρου από τα οποία περνάει ένα ηλεκτρόνιο
 δ) το χώρο που καταλαμβάνει ένα άτομο.

20. Η πιθανότητα ψ^2 εύρεσης του ηλεκτρονίου πολύ κοντά σε ένα σημείο Σ σε συνάρτηση με την απόσταση r αυτού του σημείου από τον πυρήνα του ατόμου του υδρογόνου αποδίδεται με το διάγραμμα :



21. Το μοναδικό ηλεκτρόνιο του ατόμου του υδρογόνου στη θεμελιώδη κατάσταση βρίσκεται στην υποστιβάδα 1s διότι :

- α) το άτομο του υδρογόνου έχει σφαιρικό σχήμα
 β) η υποστιβάδα 1s χαρακτηρίζεται από την ελάχιστη ενέργεια
 γ) το άτομο του υδρογόνου δεν διαθέτει άλλο ατομικό τροχιακό
 δ) στην υποστιβάδα αυτή το ηλεκτρόνιο χαρακτηρίζεται από τη μέγιστη δυνατή ενέργεια.

22. Μεταξύ των ενεργειών E_{2p} και E_{3s} των υποστιβάδων 2p και 3s :

- α) ισχύει $E_{3s} < E_{2p}$
 β) ισχύει $E_{3s} > E_{2p}$
 γ) ισχύει $E_{3s} \leq E_{2p}$
 δ) δεν είναι δυνατή η σύγκριση.

23. Ένα ατομικό τροχιακό 3d χαρακτηρίζεται από λιγότερη ενέργεια σε σχέση με ένα ατομικό τροχιακό 4p διότι :

- α) το άθροισμα $n + \ell$ έχει μικρότερη τιμή για το 3d
 β) κάθε ηλεκτρόνιο της στιβάδας M έχει γενικά λιγότερη ενέργεια από οποιοδήποτε ηλεκτρόνιο της στιβάδας N
 γ) τα τροχιακά d είναι ενεργειακά φτωχότερα από τα τροχιακά p
 δ) το άθροισμα $n + \ell$ έχει την ίδια τιμή για τα δύο αυτά τροχιακά, αλλά ο κύριος κβαντικός αριθμός είναι μικρότερος για το τροχιακό 3d.

24. Ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων για κάθε στιβάδα προκύπτει με εφαρμογή :

- α) της αρχής της ελάχιστης ενέργειας
 β) της απαγορευτικής αρχής του Pauli
 γ) του κανόνα του Hund
 δ) όλων των παραπάνω.

25. Σε ένα άτομο ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων τα οποία χαρακτηρίζονται με τους κβαντικούς αριθμούς :

- I) $n=3, \ell=2$, II) $n=2, \ell=1, m_\ell=-1$ και III) $n=3, \ell=3$ είναι αντίστοιχα :

- α) 18,4 και 18
 β) 10,2 και 0
 γ) 10,6 και 14
 δ) 10,2 και 14

26. Η ύπαρξη δύο ή και περισσότερων ηλεκτρονίων με $m_s = -\frac{1}{2}$ στο ίδιο ατομικό τροχιακό αντιβαίνει :

- α) με την απαγορευτική αρχή του Pauli
 β) με την αρχή της ελάχιστης ενέργειας
 γ) με την αρχή διατήρησης της ενέργειας
 δ) με τον κανόνα του Hund.

27. Η κατανομή των τεσσάρων ηλεκτρονίων στα ατομικά τροχιακά 2s, 2p_x, 2p_y και 2p_z της στιβάδας L του ατόμου του άνθρακα είναι :

- α) $2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$
 β) $2s^2 2p_x^1 2p_y^1$
 γ) $2s^2 2p_x^2$
 δ) $2p_x^2 2p_y^1$ και $2p_z^1$

28. Ένα άτομο διαθέτει τρία ηλεκτρόνια στην υποστιβάδα 2p. Το άθροισμα των κβαντικών αριθμών του spin για τα τρία αυτά ηλεκτρόνια είναι :

- α) 3/2 β) 0 γ) 1/2 δ) -1/2

29. Αν τα άτομα ενός στοιχείου Σ περιέχουν τρία ηλεκτρόνια στην υποστιβάδα 2p όταν βρίσκονται στη θεμελιώδη κατάσταση, τότε ο ατομικός αριθμός του στοιχείου Σ είναι :

- α) πέντε γ) επτά
 β) τουλάχιστον πέντε δ) το πολύ επτά.

30. Ο μικρότερος ατομικός αριθμός του στοιχείου, το άτομο του οποίου στη θεμελιώδη κατάσταση έχει συνολικά 7 ηλεκτρόνια σε τροχιακά s είναι :

- α) 7 β) 13 γ) 19 δ) 29.

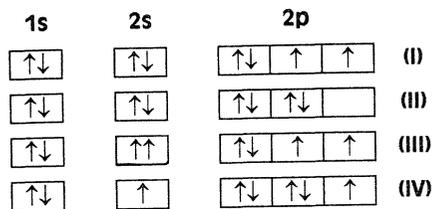
31. Στο άτομο του οξυγόνου ($Z = 8$) στη θεμελιώδη κατάσταση ο αριθμός των τροχιακών που περιέχουν μόνο ένα ηλεκτρόνιο είναι :

- α) 2 β) 0 γ) 3 δ) 1.

32. Ποια από τις επόμενες ηλεκτρονιακές δομές αντιστοιχεί στη δομή της θεμελιώδους κατάστασης του ατόμου του σκανδίου ($_{21}\text{Sc}$) :

- α) $1s^2 2s^2 2p^6 2d^{10} 3s^1$
 β) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3$
 γ) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$
 δ) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^1$.

33. Από τις ακόλουθες δομές για το άτομο του οξυγόνου ($Z = 8$) στη θεμελιώδη κατάσταση:



I) δεν υπακούουν στον κανόνα του Hund:

α) οι (II) και (IV) β) οι (I) και (III) γ) η (II) δ) η (IV)

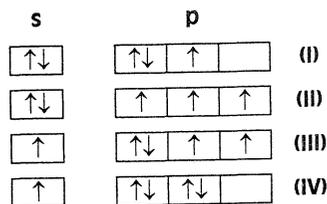
II) υπακούουν στην αρχή της ελάχιστης ενέργειας:

α) οι (I), (II) και (III) β) οι (I), (III) και (IV) γ) η (IV) δ) όλες

III) δεν υπακούουν στην απαγορευτική αρχή του Pauli:

α) η (I) β) η (II) γ) η (III) δ) η (IV)

34. Από τους ακόλουθους συμβολισμούς (I) έως (IV):



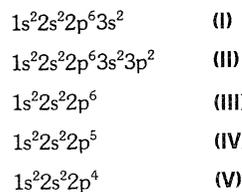
παριστάνει τη δομή της εξωτερικής στιβάδας του ατόμου του φωσφόρου ($Z = 15$) στη θεμελιώδη κατάσταση:

α) η (I), β) η (II), γ) η (III), δ) η (IV), ε) καμία.

35. Ποια από τις επόμενες ηλεκτρονιακές δομές αντιστοιχεί σε ένα ουδέτερο άτομο φθορίου (${}^9\text{F}$) σε διεγερμένη κατάσταση;

α) $1s^2 2s^2 2p^5$ β) $1s^2 2s^2 2p^6$ γ) $1s^2 2s^1 2p^6$ δ) $1s^1 2s^1 2p^7$

36. Από τις ηλεκτρονιακές δομές:



αποτελούν τις δομές του ιόντος ${}_{12}\text{Mg}^{2+}$ και του ιόντος ${}_{9}\text{F}^-$ στη θεμελιώδη κατάσταση:

α) οι (II) και (IV) αντίστοιχα

β) η (II)

γ) οι (II) και (V) αντίστοιχα

δ) οι (II) και (V) αντίστοιχα.

37. Ένα στοιχείο ανήκει στην 3η περίοδο του Π.Π. όταν:

α) ο ατομικός αριθμός είναι μεγαλύτερος από 10

β) διαθέτει τρία ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα

γ) είναι συμπληρωμένη η τρίτη ηλεκτρονιακή του στιβάδα

δ) η εξωτερική του στιβάδα είναι η M.

38. Το στοιχείο Al ($Z = 13$) ανήκει:

α) στη 2η περίοδο και στην 3η ομάδα του Π.Π.

β) στην 3η περίοδο και στην 13η ομάδα του Π.Π.

γ) στην 3η περίοδο και στην III_B ομάδα του Π.Π.

δ) στη 2η περίοδο και στην III_A ομάδα του Π.Π.

39. Ένα χημικό στοιχείο ανήκει στον τομέα p του Π.Π. όταν:

α) έχει συμπληρωμένες τις υποστιβάδες p

β) έχει τουλάχιστον ένα ηλεκτρόνιο σε p ατομικό τροχιακό

γ) τα ηλεκτρόνια του με την περισσότερη ενέργεια βρίσκονται σε p τροχιακό

δ) όλα τα p τροχιακά του είναι ασυμπλήρωτα.

40. Το στοιχείο με ηλεκτρονιακή δομή $[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^2 4p^5$ ανήκει:

α) στην 4η περίοδο και στην 5η ομάδα του Π.Π.

β) στην 4η περίοδο και στην 17η ομάδα του Π.Π.

γ) στην 5η περίοδο και στην 4η ομάδα του Π.Π.

δ) στην 7η περίοδο και στην 5η ομάδα του Π.Π.

41. Η 1η (I_A) ομάδα του Π.Π.

i) περιλαμβάνει:

α. οκτώ στοιχεία γ. επτά στοιχεία

β. δεκατρία στοιχεία δ. δεκατέσσερα στοιχεία

ii) η εξωτερική στιβάδα των οποίων έχει δομή:

α. ns^1 γ. ns^1 ή ns^2

β. ns^2 δ. ns^1 ή np^1 ή nd^1

42. Το στοιχείο με το μικρότερο ατομικό αριθμό του τομέα d του Π.Π είναι:

α. το ${}_{21}\text{Sc}$

γ. ο ${}_{30}\text{Zn}$

β. το ${}_{19}\text{K}$

δ. κανένα από τα τρία παραπάνω στοιχεία

43. Ο τομέας s του Π.Π.

i) περιλαμβάνει:

α. οκτώ στοιχεία γ. δεκατρία στοιχεία

β. επτά στοιχεία δ. δεκατέσσερα στοιχεία

ii) η εξωτερική στιβάδα των οποίων έχει δομή:

α. ns^1 β. ns^2 γ. ns^1 ή ns^2 δ. $1s^1$ ή $2s^2$

44. Τα στοιχεία του τομέα d του Π.Π είναι τοποθετημένα σε:

α) τέσσερις περιόδους και οκτώ ομάδες

β) οκτώ περιόδους και τέσσερις ομάδες

γ) επτά περιόδους και δέκα ομάδες

δ) τέσσερις περιόδους και δέκα ομάδες

45. Τα στοιχεία με δομή εξωτερικής στιβάδας ns^2np^6

i) ανήκουν στην ομάδα:

- α. των αλκαλίων (1n)
β. των αλκαλικών γαιών (2n)
γ. των ευγενών αερίων (18n)
δ. του οξυγόνου (16n)

ii) και είναι συνολικά:

- α. οκτώ β. έξι γ. πέντε δ. επτά

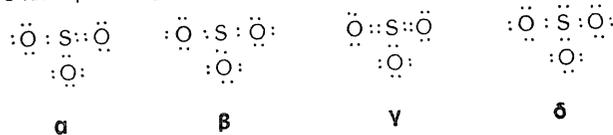
46. Από τα στοιχεία K (Z = 19), Ti (Z = 22), Cu (Z = 29) και As (Z = 33) ανήκουν στα στοιχεία μεταπτώσεως:

- α. το Ti, ο Cu και το As γ. ο Cu και το As
β. το Ti και ο Cu δ. όλα

47. Η αιτία της δημιουργίας των χημικών δεσμών είναι:

- α) η τάση των στοιχείων να μεταπίπτουν σε σταθερότερη κατάσταση με λιγότερη ενέργεια
β) η τάση των στοιχείων να σχηματίζουν χημικές ενώσεις
γ) η αστάθεια κάθε συστήματος που αποτελείται από μεμονωμένα άτομα
δ) η τάση των στοιχείων να συμπληρώνουν όλα τα τροχιακά της εξωτερικής τους στιβάδας.

48. Ο ηλεκτρονιακός τύπος του SO_3 είναι:



Λοιπόν,
η σωστή απάντηση
είναι η α



1.2. Ερωτήσεις αντιστοίχισης

3. Γράψτε όλες τις δυνατές τετράδες τιμών των τεσσάρων κβαντικών αριθμών για τα ηλεκτρόνια των στοιβάδων L και M.

4. Αντιστοιχήστε το κάθε ατομικό τροχιακό της στήλης (II) με μία από τις τιμές του αζιμουθιακού κβαντικού αριθμού της στήλης (I), καθώς και με μία από τις τιμές του κύριου κβαντικού αριθμού της στήλης (III).

(I) τιμή l	(II) ατομικό τροχιακό	(III) τιμή n
A. 0	1. 2p	α. 1
B. 1	2. 5f	β. 2
Γ. 2	3. 3s	γ. 3
Δ. 3	4. 1s	δ. 4
E. 4	5. 3d	ε. 5

5. Οι αριθμοί της στήλης (I) αποτελούν μία τετράδα τιμών των κβαντικών αριθμών ενός ηλεκτρονίου. Αντιστοιχήστε τον κάθε κβαντικό αριθμό της στήλης (II) με μία από τις τιμές που μπορεί να πάρει (στήλη I), καθώς και με την πληροφορία που μας παρέχει και η n οποία αναφέρεται στη στήλη (III).

(I) τιμή κβαντικού αριθμού	(II) είδος κβαντικού αριθμού	(III) τι καθορίζει
A. -2	1. l	α. προσανατολισμός ατομικού τροχιακού
B. $-1/2$	2. m_l	β. σχήμα ατομικού τροχιακού
Γ. 2	3. n	γ. φορά ιδιοπεριστροφής ηλεκτρονίου
Δ. 3	4. m_s	δ. μέγεθος ατομικού τροχιακού

6. Βάλτε σε κάθε κενό ορθογώνιο του παρακάτω πίνακα ένα από τους αριθμούς 2, 4, 6, 8, 10, 14 που εκφράζει το μέγιστο αριθμό ηλεκτρονίων που μπορεί να περιέχονται στην αντίστοιχη στιβάδα, υποστιβάδα, ατομικό τροχιακό ή άτομο.

	στιβάδα L	υποστιβάδα p	υποστιβάδα s	τροχιακό d	άτομο με δύο στιβάδες	άτομο με δύο υποστιβάδες
μέγιστος αριθμός e						

7. Αντιστοιχήστε την κάθε τιμή του κύριου κβαντικού αριθμού της στήλης (II) με τον αριθμό της στήλης (I) που εκφράζει το πλήθος των ατομικών τροχιακών, καθώς και με τον αριθμό της στήλης (III) που εκφράζει το πλήθος των υποφλοιών.

(I) αριθμός ατομικών τροχιακών	(II) τιμή n	(III) αριθμός υποφλοιών
A. 3	1. 2	α. 1
B. 4	2. 3	β. 2
Γ. 9	3. 4	γ. 3
Δ. 16		δ. 4

8. Αντιστοιχήστε την κάθε στιβάδα ή υποστιβάδα της στήλης (II) με το μέγιστο αριθμό μονήρων ηλεκτρονίων που είναι δυνατό να περιέχονται σ' αυτή (στήλη I) καθώς και με το μέγιστο αριθμό των ηλεκτρονιακών ζευγών που μπορεί αυτή να περιλαμβάνει (στήλη III) στη θεμελιώδη κατάσταση του ατόμου.

(I) μέγιστος αριθμός μονήρων ηλεκτρονίων	(II) στιβάδα ή υποστιβάδα	(III) μέγιστος αριθμός ηλεκτρονιακών ζευγών
A. 1	1. στιβάδα L	α. 1
B. 2	2. υποστιβάδα s	β. 3
Γ. 3	3. υποστιβάδα p	γ. 4
Δ. 4	4. στιβάδα M	δ. 5
E. 5	5. υποστιβάδα d	ε. 9

9. Συμπληρώστε στο κάθε ορθογώνιο της δεύτερης σειράς του παρακάτω πίνακα έναν από τους αριθμούς 2, 8, 10, 18, 26, 32, 42

Περίοδος Π.Π.	1n	2n	3n	4n	5n	6n	7n
Αριθμός στοιχείων που περιέχει							

10. Δίπλα από το κάθε στοιχείο της στήλης (II) αναγράφεται η κατανομή των ηλεκτρονίων του στη θεμελιώδη κατάσταση. Αντιστοιχήστε το κάθε στοιχείο της στήλης (II) με την περίοδο (στήλη I) και με την ομάδα (στήλη III) του Π.Π. στις οποίες αυτό ανήκει.

(I) περίοδος Π.Π.	(II) στοιχείο - κατανομή e	(III) ομάδα Π.Π.
A. 1n	1. Mg $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$	α. 1n
B. 2n	2. He $1s^2$	β. 2n
Γ. 3n	3. Ti $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$	γ. 3n
Δ. 4n	4. I [Kr] $4d^{10} 5s^2 5p^2$	δ. 4n
E. 5n		ε. 17n
		ζ. 18n

11. Να αντιστοιχήσετε το κάθε στοιχείο της στήλης (I) για το οποίο δίνεται μέσα στην παρένθεση μια πληροφορία, με μια από τις ηλεκτρονιακές δομές της στήλης (II).

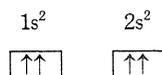
(I) στοιχείο - πληροφορία	(II) ηλεκτρονιακή δομή
A. K (αλκάλιο)	1. [Rn] $7s^2$
B. Ar (ευγενές αέριο)	2. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$
Γ. Zr (ανήκει στον τομέα d του Π.Π.)	3. [Kr] $4d^2 5s^2$
Δ. Ga (ανήκει στην 13n ομάδα του Π.Π.)	4. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
E. Ra (ανήκει στην 2n ομάδα του Π.Π.)	5. [Ar] $3d^{10} 4s^2 4p^1$

1.3. Ερωτήσεις διάταξης

1. Κατά τις μεταπτώσεις $M \rightarrow K$, $N \rightarrow M$, $M \rightarrow L$, $L \rightarrow K$, $N \rightarrow K$ του ηλεκτρονίου στο άτομο του υδρογόνου εκπέμπονται ακτινοβολίες με συχνότητες $f_1 = a$ Hz, $f_2 = b$ Hz, $f_3 = \gamma$ Hz, $f_4 = \delta$ Hz, $f_5 = \epsilon$ Hz και μήκη κύματος $\lambda_1 = \varphi$ nm, $\lambda_2 = \chi$ nm, $\lambda_3 = \psi$ nm, $\lambda_4 = \omega$ nm, $\lambda_5 = z$ nm αντίστοιχα. Να διατάξετε: i) τους αριθμούς α, β, γ, δ και ε κατ' αύξουσα σειρά. ii) τους αριθμούς φ, χ, ψ, ω και z κατ' αύξουσα σειρά.
2. Ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων που μπορεί να έχει ένα άτομο και τα οποία χαρακτηρίζονται από τους κβαντικούς αριθμούς: α) $n=2$ β) $n=3$, $m_l=1$, γ) $n=4$, $\ell=1$, δ) $n=1$, $m_s=1/2$, ε) $n=3$, $\ell=2$ είναι αντίστοιχα φ, χ, ψ, ω και z. Να διατάξετε τους αριθμούς φ, χ, ψ, ω και z κατ' αύξουσα σειρά.
3. Να διατάξετε τις υποστιβάδες 3d, 2p, 5s, 4p, 5f, 3p, 4d, 4s και 2s κατά σειρά αυξανόμενης ενέργειας.
4. Ο μέγιστος αριθμός των ηλεκτρονίων ενός πολυηλεκτρονικού ατόμου που έχουν τους κβαντικούς αριθμούς: i) $n=3$ και $\ell=2$ είναι α ii) $n=2$ και $\ell=2$ είναι β iii) $n=4$ και $\ell=1$ είναι γ iv) $n=1$ και $m_l=0$ είναι δ v) $n=2$ και $m_s=+1/2$ είναι ε vi) $n=3$, $m_l=-2$ και $m_s=-1/2$ είναι ζ. Να διατάξετε τους αριθμούς α, β, γ, δ, ε και ζ κατ' αύξουσα σειρά.
5. Δίνονται τα χημικά στοιχεία Σ_1 ($Z=21$), Σ_2 ($Z=11$), Σ_3 ($Z=15$), Σ_4 ($Z=31$), Σ_5 ($Z=17$), Σ_6 ($Z=8$). Να διατάξετε τα στοιχεία Σ_1 , Σ_2 , Σ_3 , Σ_4 , Σ_5 και Σ_6 κατά σειρά αυξανόμενου αριθμού ηλεκτρονίων που περιέχουν τα άτομα τους στη στιβάδα σθένους.
6. Να διατάξετε τα στοιχεία ${}_{25}\text{Mn}$, ${}_{11}\text{Na}$, ${}_{7}\text{N}$, ${}_{14}\text{Si}$ και ${}_{18}\text{Ar}$ κατά σειρά αυξανόμενου αριθμού ηλεκτρονίων που περιέχονται στα άτομα τους σε θεμελιώδη κατάσταση.
7. Να διατάξετε τα στοιχεία ${}_{16}\text{S}$, ${}_{10}\text{Ne}$, ${}_{12}\text{Mg}$, ${}_{35}\text{Br}$ και ${}_{19}\text{K}$ κατά σειρά αυξανόμενου αριθμού ηλεκτρονιακών ζευγών που περιέχονται στη στιβάδα σθένους των ατόμων τους.
8. Γνωρίζοντας ότι ο Περιοδικός Πίνακας έχει 18 ομάδες να διατάξετε τα στοιχεία Σ_1 ($Z=21$), Σ_2 ($Z=8$), Σ_3 ($Z=36$), Σ_4 ($Z=15$), Σ_5 ($Z=37$) και Σ_6 ($Z=31$) κατά σειρά αυξανόμενης τάξης της ομάδας του Π.Π. στην οποία ανήκουν.

1.4. Ερωτήσεις σωστό - λάθος με αιτιολόγηση

10. Στις τιμές $n = 2$ και $\ell = 0$ των δύο πρώτων κβαντικών αριθμών αντιστοιχεί ένα μόνο ατομικό τροχιακό.
11. Στο άτομο του αζώτου ($Z = 7$) περιέχονται στη θεμελιώδη του κατάσταση τρία ασύζευκτα ηλεκτρόνια.
12. Το πλήθος των s υποστιβάδων σε ένα άτομο (είτε περιέχουν ηλεκτρόνια είτε όχι) είναι αριθμητικά μεγαλύτερο από τον αριθμό των υποστιβάδων p .
13. Το πλήθος των s τροχιακών σε ένα άτομο (συμπληρωμένων, ημισυμπληρωμένων ή κενών) είναι αριθμητικά μεγαλύτερο από το πλήθος των p τροχιακών.
14. Δεν είναι ποτέ δυνατό το μοναδικό ηλεκτρόνιο του ατόμου του υδρογόνου να βρεθεί στην υποστιβάδα $2s$ ή $2p$.
15. Στη θεμελιώδη κατάσταση το ηλεκτρόνιο στο άτομο του υδρογόνου είναι δυνατό να βρεθεί έξω από το χώρο ο οποίος ορίζεται ως $1s$ ατομικό τροχιακό.
16. Οι υποστιβάδες $3p$ και $4s$ είναι ενεργειακά ισοδύναμες.
17. Η ηλεκτρονιακή δομή για το άτομο του Βηρυλλίου ($Z = 4$) στη θεμελιώδη του κατάσταση είναι:



σύμφωνα με τον κανόνα του Hund.

18. Η δεύτερη περίοδος του Περιοδικού Πίνακα περιλαμβάνει οκτώ στοιχεία.
19. Ένα χημικό στοιχείο ανήκει στον τομέα s του Π.Π. όταν είναι συμπληρωμένες όλες οι υποστιβάδες του.
20. Τα στοιχεία του τομέα p του Π.Π. κατανέμονται σε 6 ομάδες.
21. Όλα τα ευγενή αέρια έχουν δομή εξωτερικής στιβάδας $s^2 p^6$.
22. Αν το άτομο ενός στοιχείου Σ διαθέτει στη στιβάδα σθένους ένα μόνο ηλεκτρονιακό ζεύγος, τότε το στοιχείο Σ ανήκει στον s τομέα του Π.Π.
23. Το στοιχείο Σ με ηλεκτρονιακή δομή $[\text{Ne}] 3s^2 3p^5$ έχει ατομικό αριθμό 17.
24. Ο σίδηρος ($Z = 26$) ανήκει στον τομέα d του Π.Π.
25. Στον ηλεκτρονιακό τύπο του οξυχλωριούχου φωσφόρου (POCl_3) το κεντρικό άτομο είναι το άτομο του οξυγόνου.

1.8. Ασκήσεις - Προβλήματα

Υποστιβάδες - Τροχιακά

9. Υπολογίστε τον ελάχιστο ατομικό αριθμό του καθενός από τα στοιχεία Σ_1 , Σ_2 και Σ_3 για τα οποία δίνεται ότι:
- α) το Σ_1 έχει ημισυμπληρωμένη μία υποστιβάδα p
- β) το Σ_2 έχει συμπληρωμένα όλα τα ατομικά τροχιακά της στιβάδας M
- γ) το Σ_3 έχει ένα μόνο ηλεκτρόνιο σε υποστιβάδα f .

ΥΠΟΔΕΙΞΗ : α) Η πρώτη υποστιβάδα p θα είναι $n 2p$, β) Για τη στιβάδα M $n = 3$ και θα έχει τροχιακά s , p και d , γ) Η πρώτη υποστιβάδα f προκύπτει για $n = 4$.

Υποστιβάδες - Τροχιακά

10. Η στιβάδα σθένους των ατόμων ενός στοιχείου Σ είναι ημισυμπληρωμένη, ενώ το άθροισμα των τιμών του κβαντικού αριθμού του $spin$ για το σύνολο των ηλεκτρονίων στο άτομο αυτού του στοιχείου είναι ίσο με 1.
- α) Υπολογίστε τον ατομικό αριθμό του στοιχείου Σ
- β) Γράψτε την ηλεκτρονιακή δομή του ευγενούς αερίου που έχει το ίδιο αριθμό ηλεκτρονιακών στιβάδων με το στοιχείο Σ .

ΥΠΟΔΕΙΞΗ : Η στιβάδα σθένους συμπληρώνεται με $8e$, άρα το στοιχείο Σ θα έχει σε αυτή $4e$, από τα οποία 2 μονήρη.

Υποστιβάδες - Τροχιακά

11. Βρείτε το μέγιστο αριθμό ηλεκτρονίων σε ένα άτομο για τα οποία ισχύουν :
- α) $n = 3$ και $\ell = 2$, β) $n = 2$ και $m_\ell = 1$, γ) $n = 4$, $\ell = 3$ και $m_s = +\frac{1}{2}$.

ΥΠΟΔΕΙΞΗ : α) προκύπτουν 5 τιμές του m_ℓ , β) θα αντιστοιχούν δύο τιμές του m_ℓ , γ) προκύπτουν επτά (7) τιμές του m_ℓ .

Κβαντικοί αριθμοί

12. Οι τρεις πρώτοι κβαντικοί αριθμοί ενός ηλεκτρονίου στο άτομο κάποιου στοιχείου Σ που βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση διαπιστώθηκε ότι έχουν θετικές τιμές και ότι αν διαταχθούν κατάληψη αποτελούν αριθμητική πρόοδο με λόγο 2 (διαφέρει ο καθένας από τον προηγούμενό του κατά δύο μονάδες).
- α) Βρείτε τις τιμές των τριών κβαντικών αριθμών αυτού του ηλεκτρονίου.
- β) Εξετάστε αν είναι δυνατό να υπάρχει στο ίδιο άτομο και δεύτερο ηλεκτρόνιο με αυτές τις τιμές των τριών πρώτων κβαντικών αριθμών.

ΥΠΟΔΕΙΞΗ : α) Έστω $n = k$. Τότε : $\ell = k - 2$ και $m_\ell = k - 4$, β) Θα έχει διαφορετικό $spin$.

Κατανομή ηλεκτρονίων σε τροχιακά - Κανόνας Hund

13. Το άθροισμα των κβαντικών αριθμών του $spin$ για το σύνολο των ηλεκτρονίων στο άτομο ενός στοιχείου Σ είναι ίσο με $7/2$.
- α) Βρείτε το συνολικό αριθμό των μονήρων ηλεκτρονίων στο άτομο του Σ .
- β) Δεδομένου ότι το στοιχείο Σ δεν είναι υπερουράνιο ($Z \leq 92$), βρείτε τον ατομικό του αριθμό.

ΥΠΟΔΕΙΞΗ : α) Για να είναι το άθροισμα των $spin$ ίσο με $7/2$, σημαίνει ότι έχουμε ελλιπή υποστιβάδα με μονήρη ηλεκτρόνια και αυτή θα είναι f , β) Υποστιβάδα f προκύπτει για $n = 4$ ή $n = 5$.

Κατανομή ηλεκτρονίων σε τροχιακά - Κανόνες Hund

14. Βρείτε τους ατομικούς αριθμούς :

- α) του στοιχείου Σ_1 που διαθέτει τρία μονήρη ηλεκτρόνια στη στιβάδα M
β) του στοιχείου Σ_2 που διαθέτει δύο ηλεκτρονιακά ζεύγη στην υποστιβάδα 4p.

ΥΠΟΔΕΙΞΗ : α) Εξετάστε τις περιπτώσεις να βρίσκονται σε υποστιβάδα p ή d.

β) Ένα από τα τρία τροχιακά της 4p θα έχει μονήρες ηλεκτρόνιο.

Περιοδικός Πίνακας

15. Δύο στοιχεία Σ_1 και Σ_2 των οποίων οι ατομικοί αριθμοί Z_1 και Z_2 ($Z_2 > Z_1$) διαφέρουν κατά 1 βρίσκονται σε διαφορετικές περιόδους του Π.Π.

- α) Βρείτε τις ομάδες του Π.Π. στις οποίες ανήκουν τα στοιχεία Σ_1 και Σ_2 .
β) Αν το στοιχείο Σ_3 με ατομικό αριθμό $Z_3 = Z_2 + 16$ ανήκει στην ίδια ομάδα του Π.Π. με το Σ_2 , βρείτε τους ατομικούς αριθμούς Z_1 , Z_2 και Z_3 των στοιχείων Σ_1 , Σ_2 και Σ_3 .

ΥΠΟΔΕΙΞΗ : α) Το πρώτο θα είναι ευγενές αέριο και το δεύτερο θα ανήκει στην 1η ομάδα.

β) Θα μεσολαβούν μία ή δύο περίοδοι μεταξύ των Σ_2 και Σ_3 .

Περιοδικός Πίνακας

16. Τα στοιχεία Α, Β, Γ και Δ έχουν διαδοχικούς ατομικούς αριθμούς, ανήκουν ανά δύο στον ίδιο τομέα του Π.Π. και το σύνολο των ηλεκτρονίων του καθενός από αυτά κατανέμονται σε τρεις στιβάδες.

- α) Εξετάστε σε ποια περίοδο και σε ποια ομάδα του Π.Π. ανήκει καθένα από τα στοιχεία Α, Β, Γ και Δ.
β) Υπολογίστε τους ατομικούς αριθμούς όλων των στοιχείων που ανήκουν στην ίδια ομάδα του Π.Π. με το στοιχείο Δ.

ΥΠΟΔΕΙΞΗ : α) Όλα θα ανήκουν στην 3η περίοδο, τα Α και Β στον s τομέα και τα Γ και Δ στον p τομέα.

Περιοδικός Πίνακας

17. Τα άτομα των στοιχείων Σ_1 , Σ_2 , Σ_3 , Σ_4 και Σ_5 έχουν στη θεμελιώδη κατάσταση αντίστοιχα 13, 5, 2, 6 και 14 ηλεκτρόνια των οποίων η τιμή του κύριου κβαντικού αριθμού n είναι 3.

- α) Υπολογίστε τους ατομικούς αριθμούς των στοιχείων Σ_1 , Σ_2 , Σ_3 , Σ_4 και Σ_5 .
β) Βρείτε την περίοδο και την ομάδα του Π.Π. στην οποία ανήκει καθένα από τα στοιχεία αυτά.
γ) Ταξινομήστε τα στοιχεία αυτά σε μέταλλα, αμέταλλα. Ποια απ' αυτά ανήκουν στα στοιχεία μετάπτωσης ;
δ) Υπολογίστε τον ατομικό αριθμό του στοιχείου Χ το οποίο έχει τον μέγιστο αριθμό ηλεκτρονίων που χαρακτηρίζονται από τον κύριο κβαντικό αριθμό $n = 3$ και το μικρότερο δυνατό ατομικό αριθμό.

ΥΠΟΔΕΙΞΗ : α) Τα συγκεκριμένα ηλεκτρόνια θα βρίσκονται σε υποστιβάδες : για το Σ_1 3s, 3p και 3d για το Σ_2 3s και 3p, για το Σ_3 3s, για το Σ_4 3s και 3p και για το Σ_5 3s, 3p και 3d.

δ) Θα είναι συμπληρωμένες οι υποστιβάδες 3s, 3p και 3d.

1.9. Κριτήρια αξιολόγησης

1ο ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΣΥΝΤΟΜΗΣ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ
ΑΤΟΜΙΚΟ ΠΡΟΤΥΠΟ ΒΟΗΘ

1. Κατά τις μεταπτώσεις $L \rightarrow K$, $M \rightarrow K$ και $M \rightarrow L$ του ηλεκτρονίου το άτομο του υδρογόνου η ενέργειά του μεταβάλλεται αντίστοιχα κατά φ J, ω J, ρ J και εκπέμπονται ακτινοβολίες με συχνότητα χ Hz, ψ Hz, z Hz.

Ι) Για τους αριθμούς φ , ω και ρ ισχύει :

$$\alpha) \varphi = \frac{\omega}{2} = \rho \quad \gamma) \omega > \varphi > \rho$$

$$\beta) \varphi > \omega > \rho \quad \delta) \rho > \omega > \varphi$$

ΙΙ) Για τους αριθμούς χ , ψ και z ισχύει :

$$\alpha) \chi = \frac{\psi}{2} = z \quad \gamma) \psi > \chi + z$$

$$\beta) \chi = z < \psi \quad \delta) \psi = \chi + z$$

Βάλτε σε κύκλο το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

(3 + 3 = 6μ)

2. Εξετάστε αν η παρακάτω πρόταση είναι σωστή ή λανθασμένη :

"Στο άτομο του υδρογόνου η ενέργεια του ηλεκτρονίου του μειώνεται με την αύξηση της τιμής του κύριου κβαντικού αριθμού n".

(4 μ)

3. Κατά τις μεταπτώσεις $L \rightarrow K$ και $N \rightarrow K$ του ηλεκτρονίου στο άτομο του υδρογόνου εκπέμπονται ακτινοβολίες με συχνότητες f_1 και f_2 αντίστοιχα. Υπολογίστε το λόγο $\frac{f_1}{f_2}$.

(10 μ)

2ο ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΣΥΝΤΟΜΗΣ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ
ΚΒΑΝΤΙΚΟΙ ΑΡΙΘΜΟΙ ΚΑΙ ΑΤΟΜΙΚΑ ΤΡΟΧΙΑΚΑ

1. Αν ένα ηλεκτρόνιο ανήκει σε d τροχιακό της στιβάδα M, συμπεραίνεται γι' αυτό ότι :

$$\alpha) n = 3, \ell = 1 \quad \gamma) n = 3, \ell = 2$$

$$\beta) n = 2, \ell = 2 \quad \delta) n = 3, \ell = 2, m_\ell = 1$$

Βάλτε σε κύκλο το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

(3 μ)

2. Για τον καθορισμό του μεγέθους και του σχήματος ενός ατομικού τροχιακού πρέπει να γνωρίζουμε την τιμή :

α) του κύριου κβαντικού αριθμού

β) του δευτερεύοντος κβαντικού αριθμού

γ) του μαγνητικού κβαντικού αριθμού

δ) του κύριου και του δευτερεύοντος κβαντικού αριθμού

ε) του κύριου, του δευτερεύοντος και του μαγνητικού κβαντικού αριθμού.

Βάλτε σε κύκλο το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

(3 μ)

3. Αντιστοιχίστε σε κάθε ηλεκτρονιακή στιβάδα της στήλης (I) τον αριθμό της στήλης (II) που εκφράζει το πλήθος των ατομικών της τροχιακών.

(I)	(II)
A. K	α. 18
B. L	β. 9
Γ. M	γ. 8
Δ. N	δ. 4
	ε. 2
	ζ. 16
	η. 1

(8 μ)

4. Γράψτε όλες τις δυνατές τετράδες τιμών των τεσσάρων κβαντικών αριθμών για τα ηλεκτρόνια της στιβάδας L. Σε ποια υποστιβάδα αντιστοιχεί κάθε μία από αυτές τις τετράδες τιμών;

(4+2=6 μ)

**5ο ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΣΥΝΤΟΜΗΣ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑΚΗ ΔΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΑΤΟΜΩΝ**

1. Συμπληρώστε τα διάστικτα στις παρακάτω προτάσεις.

Η ελκτική δύναμη μεταξύ ηλεκτρονίου – πυρήνα καθορίζεται από τον κβαντικό αριθμό. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή αυτό τόσο είναι η έλξη του ηλεκτρονίου από τον πυρήνα και συνεπώς τόσο είναι η ενέργεια του ηλεκτρονίου.

Αντίθετα η απωστική δύναμη μεταξύ καθορίζεται από τον η οποία όταν αυξάνεται η τιμή αυτού, με αποτέλεσμα να και η ενέργεια του ηλεκτρονίου.

(5 μ)

2. Πώς κατανέμονται κατά υποστιβάδες τα ηλεκτρόνια στο άτομο του As (Z = 33);

Λαμβάνοντας υπόψη αυτή την κατανομή, απαντήστε στα παρακάτω ερωτήματα.

α) Πόσα ηλεκτρόνια περιέχονται στη στιβάδα σθένους των ατόμων του As;

β) Σε πόσα p ατομικά τροχιακά του As περιέχονται ηλεκτρόνια;

γ) Πόσα μονήρη ηλεκτρόνια περιέχονται στο άτομο του As;

(3×3 = 9)

3. Να διατάξετε τις υποστιβάδες 6s, 3d και 4p κατά σειρά αυξανόμενης ενέργειας και να αιτιολογήσετε αυτή τη διάταξη.

(6 μ)

**ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ (ΩΡΙΑΙΟ)
ΑΤΟΜΙΚΟ ΠΡΟΤΥΠΟ BOHR – ΚΒΑΝΤΙΚΟΙ ΑΡΙΘΜΟΙ ΚΑΙ ΑΤΟΜΙΚΑ ΤΡΟΧΙΑΚΑ – ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑΚΗ ΔΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΑΤΟΜΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ – ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΚΑΤΑ LEWIS – ΜΟΡΙΑΚΑ ΤΡΟΧΙΑΚΑ.**

ΘΕΜΑ 1ο

1. Να διατάξετε τις υποστιβάδες των τριών πρώτων ηλεκτρονιακών στιβάδων κατά σειρά αυξανόμενης ενέργειας.

(2 μ.)

2. Οι δυνατές συχνότητες των ακτινοβολιών που εκπέμπονται κατά την αποδιέγερση του ηλεκτρονίου του ατόμου του υδρογόνου από τη στιβάδα M είναι:

α) μία β) δύο γ) τρεις δ) τέσσερις

Βάλτε σε κύκλο το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

(1,5 μ.)

3. Συμπληρώστε τα διάστικτα στην παρακάτω πρόταση.

Το στοιχείο Ge (Z = 32) ανήκει στην περίοδο, στην ομάδα και στον τομέα του Π.Π.

(1,5 μ.)

4. Συμπληρώστε στα κενά ορθογώνια του πίνακα το πλήθος των σ και των π δεσμών που υπάρχουν στο μόριο της αντίστοιχης χημικής ένωσης.

Συντακτικός τύπος	H-O-O-H	O=C=O	CH≡CH	CH ₃ -CH=CH ₂
αριθμός σ δεσμών	.....	.....	.....	.....
αριθμός π δεσμών	.....	.....	.....	.....

(2 μ.)

ΘΕΜΑ 2ο

1. Εξετάστε αν οι παρακάτω προτάσεις είναι σωστές ή λανθασμένες.

α) Το άτομο του S (Z = 16) σχηματίζει δύο μόνο ομοιοπολικούς δεσμούς

β) Στο άτομο του υδρογόνου (Z = 1) υπάρχει μόνο ένα ατομικό τροχιακό.

(2+2 = 4 μ.)

2. Γράψτε τους ηλεκτρονιακούς τύπους των παρακάτω ενώσεων.

α) Υποχλωριώδες οξύ (HClO)

β) Θεϊκό οξύ (H₂SO₄)

Δίνονται οι ατομικοί αριθμοί των στοιχείων: H = 1, Cl = 17, O = 8, S = 16.

(1,5+1,5 = 3 μ.)

ΘΕΜΑ 3ο

Υπολογίστε:

α) τους ατομικούς αριθμούς των πέντε ευγενών αερίων

β) τους ατομικούς αριθμούς όλων των στοιχείων του s τομέα του Π.Π.

(3+3 = 6 μ.)

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ - ΛΥΣΕΙΣ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

1.1. ΤΡΟΧΙΑΚΑ ΚΑΙ ΚΒΑΝΤΙΚΟΙ ΑΡΙΘΜΟΙ

1.54. α) i) $n=1 \Rightarrow \ell=0$, ii) $n=3 \Rightarrow \ell=0, 1, 2$

β) i) $n=2$ $\ell=0$ $m_\ell=0$
 $\ell=1$ $m_\ell=1, 0, -1$
 ii) $\ell=2$ $m_\ell=-2, -1, 0, 1, 2$

1.55. Η (α) και η (δ)

1.56. α) 1s, β) 2p, γ) 3d, δ) 4s, ε) 4f

1.57.

$n=2$	$\ell=0$	$m_\ell=0$	$m_s = \pm \frac{1}{2}$	$(2, 0, 0, +\frac{1}{2}), (2, 0, 0, -\frac{1}{2})$
	$\ell=1$	$m_\ell=1$	$m_s = \pm \frac{1}{2}$	$(2, 1, 1, +\frac{1}{2}), (2, 1, 1, -\frac{1}{2})$
		$m_\ell=0$	$m_s = \pm \frac{1}{2}$	$(2, 1, 0, +\frac{1}{2}), (2, 1, 0, -\frac{1}{2})$
		$m_\ell=-1$	$m_s = \pm \frac{1}{2}$	$(2, 1, -1, +\frac{1}{2}), (2, 1, -1, -\frac{1}{2})$

1.58. α) 1s: $n=1, \ell=0, m_\ell=0, m_s = \pm \frac{1}{2} \Rightarrow (1, 0, 0, +\frac{1}{2}), (1, 0, 0, -\frac{1}{2})$

β) 4p: $n=4, \ell=1, m_\ell=1, 0, -1, m_s = \pm \frac{1}{2} \Rightarrow$
 $\Rightarrow (4, 1, 1, +\frac{1}{2}), (4, 1, 1, -\frac{1}{2}), (4, 1, 0, +\frac{1}{2}), (4, 1, 0, -\frac{1}{2}), (4, 1, -1, +\frac{1}{2}), (4, 1, -1, -\frac{1}{2})$
 γ) 3s: $n=3, \ell=0, m_\ell=0, m_s = \pm \frac{1}{2} \Rightarrow (3, 0, 0, +\frac{1}{2}), (3, 0, 0, -\frac{1}{2})$

1.59. Δυνατές είναι οι (β) και (ε)

Η (α) δεν είναι δυνατή, επειδή για $\ell=0$ έχουμε μόνο $m_\ell=0$

Η (γ) δεν είναι δυνατή, επειδή ο m_ℓ παίρνει μόνον τιμές $\pm \frac{1}{2}$

Η (δ) δεν είναι δυνατή, επειδή ο ℓ παίρνει τιμές $0, \dots, n-1$

1.60. Δεν μπορούν να ανήκουν οι (β), (γ), (δ)

1.61. α) τρία 2p τροχιακά, β) πέντε 3d τροχιακά

1.62. (4, 2, -2), (4, 2, -1), (4, 2, 0), (4, 2, 1), (4, 2, 2), θα αντιστοιχούν πέντε d τροχιακά

1.63. α) 1, β) 3, γ) 1, δ) 5, ε) 7, στ) 3

1.64. α) 1s, β) x, γ) 2p, δ) x, ε) 3p, στ) 4f

1.65. α) Για $n=1, \ell=0 \rightarrow$ τροχιακό s από την πρώτη στιβάδα.

β) Τα f τροχιακά χαρακτηρίζονται από $\ell=3$.

Όμως 3f σημαίνει $n=3$ και θα είχαμε $n=3$ και $\ell=3$, άτοπο

γ) Τα d τροχιακά χαρακτηρίζονται από $\ell=2$ και θα είχαμε $n=\ell$, άτοπο.

1.66. α) Τροχιακό 3p: $n=3, \ell=1$, άρα $m_\ell=1, 0, -1$ (θα έχουμε τρία 3p τροχιακά)

β) Σε κάθε τιμή του m_ℓ αντιστοιχούν οι τιμές $m_s = \pm \frac{1}{2}$, άρα συνολικά μέχρι 6 ηλεκτρόνια.

1.67. Τροχιακό 4f: $n=4, \ell=3$, άρα $m_\ell=3, 2, 1, 0, -1, -2, -3$ δηλαδή 7 τροχιακά.

1.68. Ένα 2s, κανένα 2d, τρία 3p, πέντε 4d

1.69. Ένα s, τρία p και πέντε d τροχιακά

1.70. α) ένα, β) τρία, γ) πέντε, δ) επτά

1.71. β) τρία, γ) τρία και πέντε

1.72. β) τέσσερα

1.2. ΑΡΧΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑΚΗΣ ΔΟΜΗΣΗΣ

1.73. α) r, β) r, γ) q, δ) r

1.74. Εξετάζουμε το άθροισμα $n + \ell$:

$$4d: 4 + 2 = 6$$

$$4f: 4 + 3 = 7$$

$$5s: 5 + 0 = 5$$

$$5d: 5 + 2 = 7 \text{ (προηγείται η 4f, επειδή έχει μικρότερο } n)$$

$$6s: 6 + 0 = 6 \text{ (προηγείται η 4d, επειδή έχει μικρότερο } n)$$

Άρα η σειρά συμπλήρωσης θα είναι: $5s < 4d < 6s < 4f < 5d$.

1.75. $3s < 4s < 3d < 4p < 4d < 5p$

1.76. $3p < 4s < 3d < 4p < 4f$

1.77. α) ${}_{13}\text{Al}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$

β) ${}_{19}\text{K}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$

γ) ${}_{34}\text{Se}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^4$

δ) ${}_{38}\text{Sr}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^2$

ε) ${}_{53}\text{I}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^5$

1.78. ${}_{9}\text{F}^- (10e): 1s^2 2s^2 2p^6$

${}_{11}\text{Na}^+ (10e): 1s^2 2s^2 2p^6$

${}_{16}\text{S}^{2-} (18e): 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

${}_{20}\text{Ca}^{2+} (18e): 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

1.79. α-O, β-A, γ-O, δ-O, ε-K, στ-A

1.80. α) $n=5$, β) 9 τιμές, γ) 18e



- 1.81.** α) i) ${}_{12}\text{Mg} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$, ii) ${}_{18}\text{Ar} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
 β) i) $(3, 0, 0, +\frac{1}{2})$, $(3, 0, 0, -\frac{1}{2})$, ii) $(3, 0, 0, +\frac{1}{2})$, $(3, 0, 0, -\frac{1}{2})$, $(3, 1, 1, +\frac{1}{2})$, $(3, 1, 1, -\frac{1}{2})$,
 $(3, 1, 0, +\frac{1}{2})$, $(3, 1, 0, -\frac{1}{2})$, $(3, 1, -1, +\frac{1}{2})$, $(3, 1, -1, -\frac{1}{2})$
- 1.82.** α) Z = 20, β) 8, γ) 12, δ) κανένα
- 1.83.** α) 3p, β) τρία, γ) δύο
- 1.84.** α) Δύο, β) Δέκα, γ) Δεκαοκτώ
- 1.85.** Σε s υποστιβάδα 3 ηλεκτρόνια και σε p υποστιβάδα 9 ηλεκτρόνια.
- 1.86.** α) οκτώ (8), β) δύο (2), γ) έξι (6), δ) πέντε (5)
- 1.87.** Η (α), επειδή η 3p έχει περισσότερα από 6ε και η (γ), επειδή η 4s έχει περισσότερα από 2ε.
- 1.88.** α) Z = 19, β) Z = 7, γ) Z = 33
- 1.89.** α) Η (i) και η (iii)
 β) i) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$, iii) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$
- 1.90.** α) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$, β) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$,
 γ) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$, δ) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$
- 1.91. α)** Για n = 4 έχουμε την 4n στιβάδα (N), που μπορεί να περιέχει μέχρι **32e**.
 β) Ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων της 4ης στιβάδας είναι 32. Επειδή όμως ο m_l έχει δύο τιμές (± ½), θα έχουμε τα μισά με m_l = + ½, δηλαδή **16e**.
 γ) Κανένα (Είναι αδύνατο n = ℓ)
 δ) Για n = 5, ℓ = 1, m_l = 1, θα αντιστοιχούν δύο τιμές του m_l (± ½), άρα **2e**.
 ε) Για n = 3, ℓ = 2 έχουμε υποστιβάδα 3d, της οποίας ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων είναι 10. Επειδή όμως ο m_l έχει δύο τιμές (± ½), θα έχουμε τα μισά με m_l = - ½, δηλαδή **5e**.
- 1.92.** α) δύο (2), β) ένα (1), γ) δύο (2), δ) κανένα, ε) έξι (6)
- 1.93.** Να συμπληρώσετε τα κενά στις παρακάτω προτάσεις:
 α) Η στιβάδα N έχει n = **4**....
 β) Η υποστιβάδα 5f έχει ℓ = **3**.... και περιέχει μέχρι **14**.... ηλεκτρόνια.
 γ) Το τροχιακό 3p αντιστοιχεί στο ζευγάρι τιμών (n, ℓ) = **(3, 0)**.... και περιέχει **2**.... ηλεκτρόνια.
 δ) Το πλήθος των υποστιβάδων στη στιβάδα με n = 2 είναι **4**....
 ε) Το πλήθος των τροχιακών στη στιβάδα με n = 3 είναι **9**....
 στ) Η υποστιβάδα που χωράει μέχρι έξι (6) ηλεκτρόνια είναι η **p**....
 ζ) Η στιβάδα που χωράει μέχρι οκτώ (8) ηλεκτρόνια είναι η **2n (L)**....
- 1.94.** α) Τέσσερα, β) Διεγερμένη. Η θεμελιώδης θα είναι: $1s^2 2s^2 2p^4$
- 1.95.** α) δύο, β) κανένα, γ) δύο, δ) ένα

- 1.96.** Η (α) και η (γ)
 Στην (α) τα ηλεκτρόνια της 2p υποστιβάδας θα είναι μονήρη και στη (γ) τα ηλεκτρόνια της 2s θα έχουν αντίθετα spin.
- 1.97.** α) i) N: $1s^2 2s^2 2p^3$
 ii) Cl: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
 iii) K: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$
 iv) Se: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^4$
 β) i) τρία, ii) ένα, iii) ένα, iv) δύο
- 1.98.** α) ένα, β) κανένα, γ) τρία, δ) δύο
- 1.99.** α - Λ, β - Σ, γ - Λ, δ - Λ, ε - Σ



1.3. ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΥ ΠΙΝΑΚΑ

- 1.100. α)** Έχει συμπληρωμένη την εξωτερική στιβάδα (K).
 β) Η πρώτη d υποστιβάδα, η 3d, συμπληρώνεται μετά την 4s, ενώ η πρώτη f υποστιβάδα, η 4f, συμπληρώνεται μετά την 6s.
- 1.101.** ${}_{56}\text{A} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6 6s^2$: τομέας s, 2n (II_A) ομάδα, 6η περίοδος.
 ${}_{13}\text{B} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$: τομέας p, 13n (III_A) ομάδα, 3η περίοδος.
 ${}_{33}\text{Γ} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$: τομέας p, 15n (V_A) ομάδα, 4η περίοδος.
 ${}_{54}\text{Δ} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6$: τομέας p, 18n ομάδα (VIII_A) ομάδα, 5η περίοδος.
 ${}_{25}\text{E} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$: τομέας d, 7n (VII_B) ομάδα, 4η περίοδος.
- 1.102.** Για το στοιχείο Σ η δομή θα είναι: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$, άρα θα ανήκει στη 2n (II_A) ομάδα και την 4η περίοδο.
- 1.103.** α) τομέας s, β) τομέας p, γ) τομέας p, δ) τομέας p, ε) τομέας s, στ) τομέας d, ζ) τομέας f.
- 1.104.** Α: τομέας p, Β: τομέας s, Γ: τομέας f, Δ: τομέας d, Ε: τομέας s
- 1.105. α)** $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
 β) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^2$
 γ) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$
 δ) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^2 5s^2$
 ε) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14} 5s^2 5p^6 5d^{10} 6s^2 6p^4$
- 1.106.** Επειδή ανήκει στην 1n ομάδα θα έχει 1 ηλεκτρόνιο στην εξωτερική στιβάδα (ns¹) και αφού ανήκει στην 4n περίοδο θα έχει δομή εξωτερικής στιβάδας 4s¹. Το ιόν K⁺ θα έχει αποβάλλει το 4s ηλεκτρόνιο: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
- 1.107.** ${}_{19}\text{K} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ (τομέας s)
 ${}_{29}\text{Cu} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ (τομέας d)
 (η δομή με συμπληρωμένη d υποστιβάδα, είναι σταθερότερη)

- 1.108.** α) ${}_{7}\text{Li} : 1s^2 2s^2 2p^3$: τομέας p, 15n (V_A) ομάδα, 2n περίοδος.
 β) Τα τέσσερα υπόλοιπα στοιχεία που ανήκουν στην ίδια ομάδα θα έχουν δομές:
 $\Sigma_2 : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3 \rightarrow Z = 15$
 $\Sigma_3 : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3 \rightarrow Z = 33$
 $\Sigma_4 : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^3 \rightarrow Z = 51$
 $\Sigma_5 : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14} 5s^2 5p^6 5d^{10} 6s^2 6p^3 \rightarrow Z = 83$

- 1.109.** α) Τομέας p, επειδή θα έχει δομή εξωτερικής στιβάδας $ns^2 np^4$
 β) Η δομή του θα είναι: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^4 \rightarrow Z = 34$
 γ) $4s^2$ $4p^4$
 $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ \uparrow \uparrow \uparrow άρα 2 μονήρη ηλεκτρόνια.

- 1.110.** Στοιχεία μετάπτωσης θα είναι:
 ${}_{26}\text{B} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$
 ${}_{42}\text{D} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^5 5s^1$
 (η δομή με ημισυμπληρωμένη d υποστιβάδα είναι σταθερότερη)
 ${}_{79}\text{E} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4d^{10} 4f^{14} 5s^2 5p^6 5d^{10} 6s^1$
 (η δομή με συμπληρωμένη d υποστιβάδα είναι σταθερότερη)

1.4. ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΟΡΙΣΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΟΔΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ

- 1.111.** α) $\text{Li} < \text{K} < \text{Rb} < \text{Cs}$ (ίδια ομάδα), β) $\text{Kr} < \text{Se} < \text{Ga} < \text{K}$ (ίδια περίοδος)
- 1.112.** α) Χάνοντας το ένα ηλεκτρόνιο της εξωτερικής στιβάδας, το μέγεθος μειώνεται.
 β) Προσλαμβάνοντας ένα ηλεκτρόνιο, αυτό απωθείται από τα υπόλοιπα της εξωτερικής στιβάδας, το μέγεθος αυξάνεται.
- 1.113.** Το Ne είναι ευγενές αέριο (συμπληρωμένη εξωτερική στιβάδα) και είναι πολύ δύσκολο να αποσπαστεί ηλεκτρόνιο από το άτομο του.
- 1.114.** Λόγω μεγάλης ατομικής ακτίνας η έλξη πυρήνα - ηλεκτρονίων είναι μικρή, άρα θα αποσπάται εύκολα ηλεκτρόνιο, δηλαδή θα έχουμε μικρή τιμή ενέργειας ionτισμού.
- 1.115.** α) $\text{S} > \text{Si} > \text{Mg} > \text{Na}$ (ίδια περίοδος),
 β) $\text{Mg} > \text{Ca} > \text{Sr} > \text{Ba}$ (ίδια ομάδα)
- 1.116.** ${}_{11}\text{Na} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ | Στο Na κατά τον δεύτερο ionτισμό αποβάλλεται ηλεκτρόνιο 2p και χρειάζεται πολύ μεγαλύτερη ενέργεια.
 ${}_{12}\text{Mg} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
- 1.117.** $\text{Ca} \rightarrow \text{Ca}^+ + e^-$ $\Delta H_1 = 590 \text{ kJ/mol}$
 $\text{Ca}^+ \rightarrow \text{Ca}^{2+} + e^-$ $\Delta H_2 = 1150 \text{ kJ/mol}$
 $\text{Ca} \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2e^-$ $\Delta H_3 = 1740 \text{ kJ/mol}$

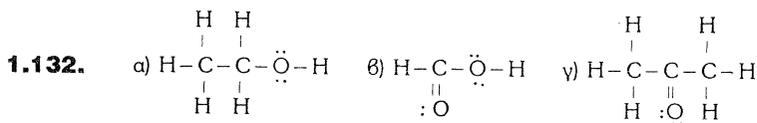
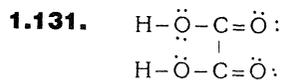
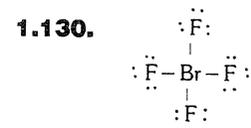
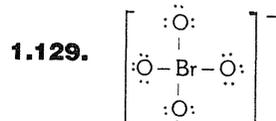
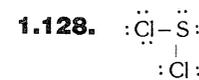
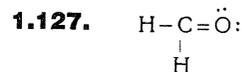
1 mol Ca \rightarrow 40 g	1740 kJ
4 g	; = 174 kJ

- 1.118.** Για το αλογόνο η αντίδραση πρόσληψης ηλεκτρονίου είναι εξώθερμη, ενώ για το ευγενές αέριο ενδόθερμη, επειδή έχει συμπληρωμένη εξωτερική στιβάδα.
- 1.119.** α) K, β) K, γ) Cs (ίδια ομάδα)
- 1.120.** α) Κάτω και αριστερά, β) κάτω και αριστερά, γ) πάνω και δεξιά.
- 1.121.** α) Ενδόθερμη, β) εξώθερμη, γ) ενδόθερμη, δ) εξώθερμη, ε) ενδόθερμη.
- 1.122.** Επειδή θα αποβάλλει εύκολα ηλεκτρόνια, θα προσλαμβάνει σχετικά δύσκολα, άρα θα έχει μικρή απόλυτη τιμή ηλεκτρονιοσυγγένειας.
- 1.123.** Έχουν τον ίδιο αριθμό στιβάδων, δηλ. βρίσκονται στην ίδια περίοδο, άρα το A είναι πιο αριστερά από το B. Μεγαλύτερη ενέργεια ionτισμού και μεγαλύτερη ηλεκτρονιοσυγγένεια θα έχει το B.
- 1.124.** ${}_{19}\text{A} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$
 ${}_{35}\text{B} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$
 ${}_{28}\text{Γ} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$
 ${}_{32}\text{Δ} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^2$
 Ανήκουν όλα στην 4n περίοδο
 Άρα θα έχουμε: α) A, β) A, γ) Γ, δ) B

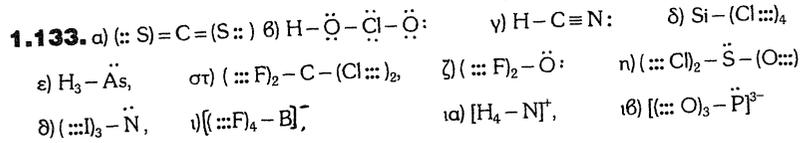
1.5. ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑΚΟΙ ΤΥΠΟΙ - ΣΧΗΜΑΤΑ ΜΟΡΙΩΝ

- 1.125.** α) Συμπληρώνει την 1n στιβάδα, β) ένα ομοιοπολικό δεσμό.

- 1.126.** α, β, δ, ε, ζ



ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ - ΛΥΣΕΙΣ ΑΣΚΗΣΕΩΝ



1.134. α) τετράεδρο (τριγωνική πυραμίδα), β) κανονικό τετράεδρο, γ) γραμμικό, δ) τριγωνικό, ε) τριγωνικό (γωνιακό), στ) γραμμικό, ζ) τετράεδρο (γωνιακό), η) γραμμικό

1.135. α) τριγωνικό, β) τετράεδρο (τριγωνική πυραμίδα), γ) τετράεδρο, δ) τριγωνικό

1.136. BeI_2 και CO_2

1.137. SO_2 και BH_3

1.138. α) $180^\circ,$ β) $120^\circ,$ γ) $\approx 105^\circ,$ δ) $\approx 107^\circ,$ ε) $109,5^\circ$

1.139. α) γραμμικό (γωνία 180°), β) τετραεδρικό (γωνιακό, γωνία 105°), γ) τριγωνικό (γωνία 120°)
 Άρα για τις γωνίες θα έχουμε: $\angle ClOCl,$ $\angle ClBCl,$ $\angle ClBeCl$

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1.140. α) ${}_1H:1s^1,$ ${}_8O:1s^22s^22p^4,$ ${}_{17}Cl:1s^22s^22p^63s^23p^5$
 Η ηλεκτρονιακή δόμηση των στοιχείων στηρίζεται στην αρχή της ελάχιστης ενέργειας, στην απαγορευτική αρχή του Pauli και στον κανόνα του Hund.

β) Ο ηλεκτρονιακός τύπος κατά Lewis θα είναι: $H-\ddot{O}-\ddot{Cl}-\ddot{O}:$

1.141. α) $1s^22s^22p^63s^23p^3,$ β) τρία μονήρη e, γ) $B_3-(A:),$
 δ) τετραεδρική δομή, επειδή έχει ένα μη δεσμικό ζεύγος, η γωνία θα είναι μικρότερη από $109,5^\circ.$

1.142. α) i) ${}_6A:1s^22s^22p^2,$ ${}_8B:1s^22s^22p^4,$ ${}_9F:1s^22s^22p^5,$ ii) δύο, τρία και ένα αντίστοιχα
 β) A: 2η περίοδος - 14η ομάδα, B: 2η περίοδος - 16η ομάδα, Γ: 2η περίοδος - 17η ομάδα
 γ και δ) i) $(::B)=A=(B::)$ γραμμικό, ii) $A-(\Gamma::)_4$ κανονικό τετράεδρο,
 iii) $(::B)-(\Gamma::)_2$ τετράεδρο (γωνιακό)

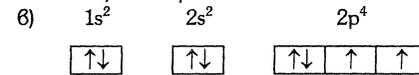
1.143. α) $1s^22s^22p^63s^23p^2,$ β) $(3, 0, 0, +\frac{1}{2}), (3, 0, 0, -\frac{1}{2}), (3, 1, 1, +\frac{1}{2}), (3, 1, 0, +\frac{1}{2})$
 γ) οκτώ, δ) κανονικό τετράεδρο.

1.144. α) $Z=17:1s^22s^22p^63s^23p^5$
 β) ένα μονήρες e, γ) $(::O)_3-\Sigma:]^-$ τετράεδρο (τριγωνική πυραμίδα)

1.145. α) $1s^22s^22p^63s^23p^4,$ β) τομέας p, 16η ομάδα, 3η περίοδος, γ) δύο μονήρη ηλεκτρόνια,
 δ) $(H-\ddot{O})_2-\ddot{X}-\ddot{O}:$, ε) επίπεδο τριγωνικό

1.146. α) $1s^22s^22p^63s^23p^3 (Z=15),$ β) 3η περίοδος - 15η (V_A) ομάδα, γ) $(::O)_4-A]^{3-}$

1.147. α) $1s^22s^22p^4$

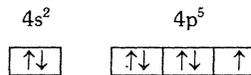


θα έχει δύο (2) μονήρη ηλεκτρόνια

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

δ) i) 1s, 2s, ii) 2p_x, 2p_y, 2p_z, ε) $(H)_2O:$ τετραεδρική δομή (γωνιακό).

1.148. α) ${}_{35}Br:1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}4s^24p^5$



θα έχει ένα μονήρες ηλεκτρόνιο

β) Οι παραπάνω κατανομές έγιναν με βάση την αρχή της ελάχιστης ενέργειας, την απαγορευτική αρχή του Pauli και τον κανόνα του Hund.

γ) Θα ανήκει στην 4η περίοδο και τη 17η (VII_A) ομάδα

δ) Ο ηλεκτρονιακός τύπος κατά Lewis θα είναι $H-\ddot{O}-\ddot{S}-\ddot{O}:$
 $:\ddot{O}:$

ε) Ο ηλεκτρονιακός τύπος κατά Lewis θα είναι $:\ddot{O}-\ddot{S}-\ddot{O}:]$. Το κεντρικό άτομο θα έχει 4 ζεύγη

ηλεκτρονίων, άρα το σχήμα θα είναι τετραεδρικό. ειδικότερα, επειδή έχει 2 ζεύγη δεσμικών και 2 ζεύγη μη δεσμικών ηλεκτρονίων, το σχήμα θα είναι γωνιακό (σχήμα-V).

1.149. α) ${}_9A:1s^22s^22p^5,$ ${}_{16}B:1s^22s^22p^63s^23p^4$

β) Το A θα ανήκει στη 2η περίοδο και τη 17η (VII_A) ομάδα και το B στην 3η περίοδο και τη 16η (VI_A) ομάδα.

γ) Μεγαλύτερη ατομική ακτίνα θα έχει το B επειδή βρίσκεται πιο κάτω και αριστερά, ενώ μεγαλύτερη ηλεκτρονιοσυγγένεια θα έχει το A επειδή βρίσκεται πιο πάνω και δεξιά

....	16n	17n
		A
	B	

δ) i) Ο τύπος κατά Lewis θα είναι $:\ddot{O}-\ddot{A}:$ και επειδή το A έχει 4 ζεύγη ηλεκτρονίων το σχήμα θα έχει τετραεδρικό και ειδικότερα γωνιακό.
 $:\ddot{O}:$

ii) Ο τύπος κατά Lewis θα είναι $:\ddot{O}-\ddot{B}$ και επειδή το B έχει 3 ζεύγη ηλεκτρονίων (ο διπλός δεσμός υπολογίζεται ως απλός), το σχήμα θα είναι επίπεδο τριγωνικό και ειδικότερα γωνιακό.
 $:\ddot{O}:$



ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΚΟΥΛΙΦΕΤΗ – ΜΑΝΤΑ

1ο ΩΡΙΑΙΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ

ΘΕΜΑ 10: 1-γ, 2-α, 3-β, 4) 1-β, 2-γ, 3-α, 4-στ.

ΘΕΜΑ 20 : 1. α. Σωστή, β. Λάθος, γ. Λάθος,

ΘΕΜΑ 30 : α) 3p, β) τρία, γ) Z=14

2ο ΩΡΙΑΙΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ

ΘΕΜΑ 10: 1-β, 2-γ, 3-β, 4. 1-ε, 2-δ, 3-α, 4-β.

ΘΕΜΑ 20 : 1. α. Λάθος, β. Λάθος, γ. Σωστή,

2. β. Το τρίτο ηλεκτρόνιο θα έχει ίδια τετράδα κβαντικών αριθμών με ένα από τα δύο ήδη τοποθετημένα ηλεκτρόνια, το οποίο αντίκειται στην αρχή του Pauli.

ΘΕΜΑ 30 : 1. α. Σε κάθε τιμή του m, αντιστοιχούν δύο τιμές $m_s = \pm \frac{1}{2}$, οπότε θα έχουμε 2e,

β. Για n = 4, $\ell = 3$ έχουμε υποστιβάδα 4f που περιέχει μέχρι 14e. Τιμή $m_s = -\frac{1}{2}$ θα έχουν τα μισά, δηλαδή επτά ηλεκτρόνια.

2. α) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^4$

β) $4s^2 \quad 4p^4$

$\uparrow\downarrow$

$\uparrow\downarrow \quad \uparrow \quad \uparrow$

δύο μονήρη ηλεκτρόνια

3ο ΩΡΙΑΙΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ

1-β, 2-γ, 3-β. 4. α-Λ, β-Σ, 5. Β, 6. α) στον p τομέα, β) το Ρο, γ) το Ο,

7. α) βρίσκεται πιο αριστερά, β) στον πρώτο ιοντισμό αποβάλλεται 2s ηλεκτρόνιο, ενώ στο δεύτερο 1s.

4ο ΩΡΙΑΙΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ

ΘΕΜΑ 10 : 1-β, 2-β, 3. α) τροχιακό, β) $2\ell + 1$, γ) εννέα, δ) δέκα, ε) το μέγεθος,

4. 1-Γ-β, 2-Α-γ, 3-Δ-δ, 4-Α-α

ΘΕΜΑ 20 : 1. α. Λάθος, β. Σωστή, γ. Λάθος

ΘΕΜΑ 30 : 1. α) $(::: C)_2 - C = (O:::)$, β) $H - (::: O) - (::: N) = (O:::)$, 2. $1s^2 2s^2 2p^3$ (Z=7)

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ

ΘΕΜΑ 10 : 1-α, 2. ι) γ, ιι) δ, 3. ι) γ, ιι) γ,

4. [δύο], [τετράδα κβαντικών αριθμών], [δύο], [αντίθετα spin], 5. $3p < 4s < 3d < 5p < 5s$

ΘΕΜΑ 20 : 1. α. Λάθος, β. Σωστή, γ. Λάθος

2. α) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^4$ (Z=34)

β) $1s^2 \quad 2s^2 \quad 2p^3$

$\uparrow\downarrow$

$\uparrow\downarrow$

$\uparrow\downarrow \quad \uparrow\downarrow \quad \uparrow$

ΘΕΜΑ 30 : α) (4, 0, 0, +1/2), (4, 0, 0, -1/2),

β) Το Σ, θα έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα και μικρότερη ενέργεια ιοντισμού από το Σ₂ επειδή ανήκουν στην ίδια ομάδα και το Σ₂ βρίσκεται κάτω από το Σ,

ΘΕΜΑ 40 : α) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$

β) πέντε ηλεκτρόνια, τρία μονήρη ηλεκτρόνια

γ) τομέας p, 3η περίοδος, 15η (V_A) ομάδα

δ) ι) H₃ - (P:), ιι) τετραεδρική δομή (τριγωνική πυραμίδα)

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ
ΤΟΥ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟΥ
ΣΤΟ 1ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ
ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

Ερωτήσεις σύντομης απάντησης

$$1. E_2 - E_1 = h \frac{c}{\lambda}$$

h : σταθερά του Planck, $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

c : ταχύτητα του φωτός, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

$$2. \text{ Για τη στιβάδα L : } n = 2 \Rightarrow E_2 = - \frac{2,18 \cdot 10^{-18}}{4} \text{ J}$$

$$\text{ Για τη στιβάδα M : } n = 3 \Rightarrow E_3 = - \frac{2,18 \cdot 10^{-18}}{9} \text{ J}$$

Όταν αποσπαστεί το ηλεκτρόνιο $n \rightarrow \infty$ και $E = 0$ (μέγιστη τιμή)

3. Είναι αδύνατος ο ταυτόχρονος προσδιορισμός της θέσης και της ορμής των σωματιδίων, όπως είναι το ηλεκτρόνιο.

4. Για $n = 2 \Rightarrow \ell = 0, 1$, δηλαδή υποστιβάδες s και p

Για $\ell = 0$ $m_\ell = 0$, δηλαδή ένα τροχιακό s.

Για $\ell = 1$ $m_\ell = -1, 0, 1$, δηλαδή τρία τροχιακά p.

Άρα, συνολικά, τέσσερα (4) τροχιακά.

5. Για $n = 3$ και $\ell = 1$, προκύπτουν τρεις τιμές του $m_\ell = -1, 0, 1$.

Σε κάθε μια από αυτές τιμές, αντιστοιχούν δύο τιμές του $m_s = +\frac{1}{2}$. Άρα, συνολικά, έξι (6) τετράδες κβαντικών αριθμών, δηλαδή έξι (6) ηλεκτρόνια.

6. Για το οξυγόνο έχουμε την ηλεκτρονιακή δομή: $1s^2 2s^2 2p^4$

α) Ίδιο σχήμα και διαφορετικό μέγεθος θα έχουν τα τροχιακά 1s και 2s.

β) Ίδιο σχήμα και ίδιο μέγεθος θα έχουν τα τρία 2p τροχιακά, δηλαδή 2p_x, 2p_y και 2p_z.

7. Κανόνας του Hund : Η κατανομή των ηλεκτρονίων στα τροχιακά μιας ελλειπούς υποστιβάδας γίνεται έτσι, ώστε να προκύπτει το μέγιστο άθροισμα spin.

Για τον C (Z = 6) : $1s^2 2s^2 2p^2$ και η κατανομή θα είναι :

$1s^2$

$2s^2$

$2p^2$

$\uparrow\downarrow$

$\uparrow\downarrow$

$\uparrow \quad \uparrow \quad \square$

δηλαδή συνολικό άθροισμα spin : $+\frac{1}{2} - \frac{1}{2} + \frac{1}{2} - \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1$

8. Στη θεμελιώδη κατάσταση, το ηλεκτρόνιο βρίσκεται στο τροχιακό 1s. Έστω ότι διεγείρεται και καταλαμβάνει το τροχιακό 2s.

$$\text{Στη θεμελιώδη κατάσταση: } E_1 = -2,18 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

$$\text{Στη διεγερμένη κατάσταση: } E_2 = -\frac{2,18 \cdot 10^{-18}}{4} \text{ J (μεγαλύτερη)}$$

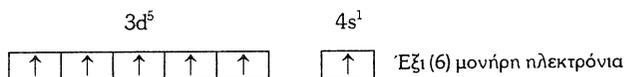
Επιστρέφοντας το ηλεκτρόνιο στη θεμελιώδη κατάσταση, η επιπλέον ενέργεια εκπέμπεται ως ακτινοβολία: $E_2 - E_1 = h \cdot f$

9. Διαφέρουν ως προς το σχήμα (το 2s θα έχει σφαιρική συμμετρία, το 2p αποτελείται από δύο λοβούς, συμμετρικούς ως προς τον πυρήνα) και ως προς τον προσανατολισμό στο χώρο. Φυσικά θα διαφέρουν και ως προς την ενέργεια ($E_{2s} < E_{2p}$).

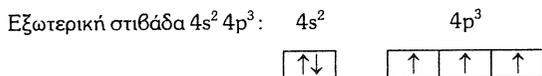
10. Κατανομή $e_{35}\text{Br}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5 \rightarrow$ Εξωτ. στιβάδα $4s^2 4p^5$: επτά (7) ηλεκτρόνια.

11. Κατανομή $e_{24}\text{Cr}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ (η δομή $3d^5 4s^1$ είναι σταθερότερη, επειδή η d υποστιβάδα είναι ημισυμπληρωμένη).

Κατανομή σε τροχιακά:



12. Κατανομή $e_{33}\text{As}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3 \rightarrow$ Εξωτ. στιβάδα $4s^2 4p^3$: πέντε (5) ηλεκτρόνια.



Αριθμός συμπληρωμένων τροχιακών: ένα 1s, ένα 2s, τρία 2p, ένα 3s, τρία 3p, πέντε 3d, ένα 4s, δηλαδή συνολικά δεκαπέντε (15) τροχιακά.

Αριθμός ημισυμπληρωμένων τροχιακών: τρία (3) 4p τροχιακά.

13. Ευγενή αέρια σημαίνει ότι έχουν συμπληρωμένη την εξωτερική στιβάδα, δηλαδή έχουν δομή $s^2 p^6$. Το δεύτερο ευγενές αέριο θα ανήκει στην 2η περίοδο άρα θα έχει δύο (2) στιβάδες και το τέταρτο στην 4η περίοδο, άρα θα έχει τέσσερις (4) στιβάδες.

Για το δεύτερο ευγενές αέριο: $1s^2 2s^2 2p^6$ ($Z = 10$)

και για το τέταρτο: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$ ($Z = 36$)

14. Το τελευταίο στοιχείο της 4ης περιόδου (τέσσερις στιβάδες) θα είναι ευγενές αέριο και θα έχει δομή εξωτερικής στιβάδας $4s^2 4p^6$. Άρα, θα είναι δυνατό να περιέχονται ηλεκτρόνια μέχρι την 4p υποστιβάδα, δηλαδή: 1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 3d, 4s, 4p.

15. Ο s τομέας αποτελείται από στοιχεία, όπου συμπληρώνεται με ηλεκτρόνια οι ns υποστιβάδες (n: κύριος κβαντικός αριθμός). Έτσι θα έχουμε τις δομές ns^1 και ns^2 και προκύπτουν η $I_A(1n)$ και $II_A(2n)$ ομάδες.

16. Τα στοιχεία που ανήκουν στην ίδια ομάδα, θα έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων στην εξωτερική τους στιβάδα. Για τη 17η ομάδα (VII_A) συγκεκριμένα, θα έχουν επτά ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα, δηλαδή δομή $ns^2 np^5$ (n: κύριος κβαντικός αριθμός).

17. Στη σειρά του λανθανίου (λανθανίδες) ανήκουν δέκα τέσσερα (14) στοιχεία, στα οποία συμπληρώνεται η 4f υποστιβάδα (που μπορεί να περιέχει μέχρι 14e) και θα ανήκουν στον τομέα f του Π.Π.

18. Τα στοιχεία με ατομικό αριθμό $Z > 92$ είναι τεχνητά και έχουν μικρή διάρκεια ζωής, επειδή η σταθερότητα των πυρήνων τους ελαττώνεται, λόγω της αύξησης του ατομικού αριθμού.

19. Τα στοιχεία του τομέα d, είναι τα στοιχεία, στα οποία συμπληρώνεται η d υποστιβάδα με ηλεκτρόνια και ανήκουν στις δευτερεύουσες ομάδες, δηλαδή 3η (III_B) έως και 12η (II_B). Για παράδειγμα το στοιχείο με δομή $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$ ($Z = 25$) θα ανήκει στον τομέα d και συγκεκριμένα στην 7η ομάδα (VII_B).

20. Κύριες ομάδες του Π.Π. είναι η 1η και η 2η, που ανήκουν στον τομέα s καθώς και η 13η έως και 18η, που ανήκουν στον τομέα p.

21. Έστω το στοιχείο $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^2 5s^2$ ($Z = 40$). Επειδή συμπληρώνεται η d υποστιβάδα, θα ανήκει στον τομέα d του Π.Π. και συγκεκριμένα στην 4η ομάδα (IV_B).

22. Η 6η περίοδος περιλαμβάνει 32 στοιχεία. Από αυτά, δύο (2) ανήκουν στον τομέα s (συμπληρώνεται η s υποστιβάδα), έξι (6) στον τομέα p (συμπληρώνεται η p υποστιβάδα), δέκα (10) στον τομέα d (συμπληρώνεται η d υποστιβάδα) και δέκα τέσσερα (14) στον τομέα f (συμπληρώνεται η f υποστιβάδα).

23. Τα στοιχεία, όταν σχηματίζουν ενώσεις, αποκτούν δομή ευγενούς αερίου, δηλαδή οκτάδα ηλεκτρονίων σθένους (ή 2e στην εξωτερική στιβάδα, αν αποκτήσουν δομή σαν το He).

Η αιτία απόκτησης δομής ευγενούς αερίου είναι ότι αυτή η δομή αντιστοιχεί σε χαμηλή ενεργειακή κατάσταση, δηλαδή σταθερότητα.

Μπορεί να επιτευχθεί με μεταφορά (αποβολή και πρόσληψη) ηλεκτρονίων (δημιουργία ιοντικού δεσμού) ή με αμοιβαία συνεισφορά ηλεκτρονίων (δημιουργία ομοιοπολικού δεσμού).

24. ${}_1\text{H}$: 1e στην εξωτερική στιβάδα

${}_{17}\text{Cl}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$. 7e στην εξωτερική στιβάδα.

Δημιουργείται ομοιοπολικός δεσμός και τα υπόλοιπα έξι (6) ηλεκτρόνια κατανέμονται στο άτομο του χλωρίου:

H : Cl: δηλαδή ένα (1) δεσμικό ζεύγος και τρία (3) μη δεσμικά.

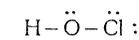
25. α) HClO

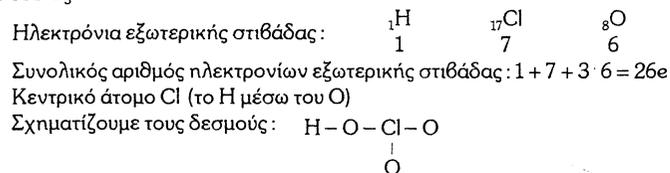
Ηλεκτρόνια εξωτερικής στιβάδας: ${}_1\text{H}$ ${}_{17}\text{Cl}$ ${}_8\text{O}$
1 7 6

Συνολικός αριθμός ηλεκτρονίων εξωτερικής στιβάδας: $1 + 7 + 6 = 14e$
Κεντρικό άτομο Cl (το H μέσω του O)

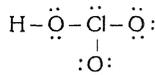
Σχηματίζουμε τους δεσμούς: H-O-Cl

Τοποθετήσαμε 4e, μένουν: $14 - 4 = 10e$, τα οποία κατανέμουμε στο οξυγόνο και στο χλώριο:



β) HClO_3 

Τοποθετήσαμε $2 \cdot 4 = 8e$, άρα μένουν: $26 - 8 = 18e$, τα οποία κατανομούνται στα άτομα οξυγόνου και χλωρίου:



26. α) Στην ένωση $\text{B}(\text{F})_3$, το άτομο του βορίου έχει 6e στην εξωτερική στιβάδα.

β) Στην ένωση $\text{P}(\text{Cl})_5$, το άτομο του φωσφόρου έχει 10e στην εξωτερική στιβάδα.

Ερωτήσεις ανάπτυξης

3. Ο L. de Broglie διατύπωσε την άποψη ότι "ένα κινούμενο σωματίδιο με μάζα m και ταχύτητα v (ορμή mv) συμπεριφέρεται και ως κύμα", θεωρία που επιβεβαιώθηκε πειραματικά. Δηλαδή τα σωματίδια συμπεριφέρονται και ως κύματα και τα κύματα συμπεριφέρονται και ως σωματίδια. Έτσι, το φωτόνιο και το ηλεκτρόνιο θα έχουν διπλή υπόσταση: σωματιδιακή και κυματική.

4. Οι τετράδες των κβαντικών αριθμών για όλα τα ηλεκτρόνια του ατόμου του βορίου θα είναι:

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

Άρα τρία (3) ηλεκτρόνια θα έχουν $m_s = +\frac{1}{2}$ και τα αντίστοιχα ζεύγη (n, ℓ) θα είναι: $(1, 0), (2, 0)$ και $(2, 1)$

5. Για το s ατομικό τροχιακό $\ell = 0$, άρα υπάρχει μόνον μία τιμή $m_\ell = 0$.

Για τα υπόλοιπα τροχιακά $\ell \geq 1$, οπότε δεν θα έχουμε μόνον μία τιμή του m_ℓ , γι' αυτό πρέπει να γνωρίζουμε και τις τιμές του m_ℓ π.χ. για $n = 2, \ell = 1$ προκύπτουν τρεις τιμές του m_ℓ : $-1, 0, 1$, οπότε θα έχουμε τρία $2p$ τροχιακά, τα $2p_x, 2p_y, 2p_z$.

6. Η απαγορευτική αρχή του Pauli ορίζει ότι «σε ένα άτομο δεν μπορούν να υπάρξουν δύο ηλεκτρόνια με την ίδια τετράδα κβαντικών αριθμών»

Για τη στιβάδα L:

ℓ	m_ℓ	m_s	τετράδες κβαντικών αριθμών
0	0	$\pm \frac{1}{2}$	$(2, 0, 0, +\frac{1}{2}), (2, 0, 0, -\frac{1}{2})$
	-1	$\pm \frac{1}{2}$	$(2, 1, -1, +\frac{1}{2}), (2, 1, -1, -\frac{1}{2})$
1	0	$\pm \frac{1}{2}$	$(2, 1, 0, +\frac{1}{2}), (2, 1, 0, -\frac{1}{2})$
	1	$\pm \frac{1}{2}$	$(2, 1, 1, +\frac{1}{2}), (2, 1, 1, -\frac{1}{2})$

Επειδή προκύπτουν οκτώ (8) τετράδες κβαντικών αριθμών, σημαίνει ότι η στιβάδα L μπορεί να πάρει μέχρι 8e. Αν «χωρούσε» και 9ο ηλεκτρόνιο, θα έπρεπε να είχε μία από τις τετράδες αυτές, γεγονός που αντίκειται στην απαγορευτική αρχή του Pauli.

7. Για την υποστιβάδα $2p$ $\ell = 1$, οπότε $m_\ell = -1, 0, 1$ (τρεις τιμές) και θα έχουμε τρία (3) τροχιακά.

Σύμφωνα με τον κανόνα του Hund «η κατανομή των ηλεκτρονίων στα τροχιακά μιας ελλειπούς υποστιβάδας γίνεται έτσι, ώστε να προκύπτει το μέγιστο άθροισμα κβαντικών αριθμών spin», δηλαδή η συγκεκριμένη κατανομή θα είναι:



Αν υπήρχε ένα άλλο στοιχείο, θα είχαμε μία κατανομή που δεν θα συμφωνούσε με τον κανόνα του Hund π.χ.



Για το συγκεκριμένο στοιχείο θα έχουμε ηλεκτρονιακή δομή: $1s^2 2s^2 2p^3$, δηλαδή $Z = 7$.

8. α) Τα στοιχεία που ανήκουν στον τομέα d του Π.Π. γίνεται συμπλήρωση μιας d υποστιβάδας. Θα υπάρχουν στην 4η, 5η, 6η και 7η περίοδο, από δέκα (10) σε καθεμία, καθώς η d υποστιβάδα περιέχει μέχρι δέκα (10) e.

β) Τα στοιχεία της 13ης (III_A) ομάδας θα ανήκουν στον τομέα p και θα έχουν τρία ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα, δηλαδή δομή εξωτερικής στιβάδας $ns^2 np^1$.

γ) Τα στοιχεία της 4ης περιόδου θα έχουν όλα ως εξωτερική στιβάδα την N ($n = 4$). Το πρώτο θα έχει ηλεκτρονιακή δομή $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ ($Z = 19$) και το τελευταίο $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$ ($Z = 36$), δηλαδή συνολικά δέκα οκτώ (18) στοιχεία.

9. Τα στοιχεία του τομέα s θα περιέχονται σε δύο (2) ομάδες και σε επτά (7) περιόδους.

Αυτό γιατί θα είναι στοιχεία όπου συμπληρώνεται η s υποστιβάδα (θα έχουν δομή εξωτερικής στιβάδας ns^1 ή ns^2 , όπου n : ο κύριος κβαντικός αριθμός) και γιατί όλες οι στιβάδες περιέχουν s υποστιβάδα.

Τα στοιχεία του τομέα p θα περιέχονται σε έξι (6) ομάδες και έξι (6) περιόδους.

Αυτό γιατί θα είναι στοιχεία όπου συμπληρώνεται η p υποστιβάδα, η οποία μπορεί να περιέχει μέχρι έξι (6) e και γιατί η πρώτη στιβάδα δεν έχει p υποστιβάδα.

10. Τα στοιχεία της 2ης ομάδας θα έχουν δύο (2) e στην εξωτερική στιβάδα (δομή: ns^2), της 13ης ομάδας τρία (3) e στην εξωτερική στιβάδα (δομή: $ns^2 np^1$) και της 18ης ομάδας οκτώ (8) e στην εξωτερική στιβάδα (δομή: $ns^2 np^6$).

• 2η ομάδα – 3η περίοδος:

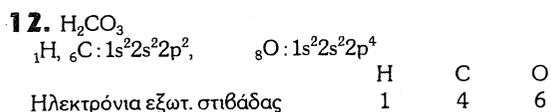
Δύο (2) e στην εξωτερική στιβάδα, τρεις (3) στιβάδες συνολικά $\rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ ($Z = 12$)

• 13η ομάδα – 3η περίοδος:

Τρία (3) e στην εξωτερική στιβάδα, τρεις (3) στιβάδες συνολικά $\rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ ($Z = 13$)

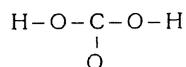
• 18η ομάδα – 3η περίοδος:

Οκτώ (8) e στην εξωτερική στιβάδα, τρεις (3) στιβάδες συνολικά $\rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ ($Z = 18$)

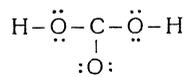


Συνολικός αριθμός ηλεκτρονίων: $2 \cdot 1 + 4 + 3 \cdot 6 = 24e$
 Κεντρικό άτομο C (τα H θα ενώνονται με το κεντρικό άτομο μέσω O)

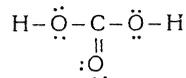
Σχηματίζουμε τους δεσμούς:



Τοποθετήσαμε $2 \cdot 5 = 10e$, άρα μένουν $24 - 10 = 14e$,
 τα οποία τοποθετούμε στα άτομα οξυγόνου



Το κεντρικό άτομο (C) με τους 3 δεσμούς, έχει 6e
 στην εξωτερική στιβάδα. Άρα ένα μη δεσμικό ζεύγος
 του τρίτου ατόμου οξυγόνου θα γίνει δεσμικό (διπλός
 δεσμός μεταξύ C και O)

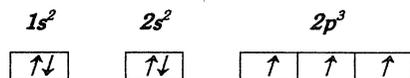


Ερωτήσεις συμπλήρωσης

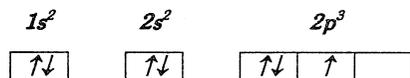
- Σύμφωνα με τη θεωρία του Bohr, το ηλεκτρόνιο στο άτομο του υδρογόνου διαγράφει **κυκλικές** τροχιές με **κέντρο** τον πυρήνα καθορισμένης **ακτίνας** και **καθορισμένης** ενέργειας.
- Κατά τον Planck το κάθε κβάντο ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας μεταφέρει ενέργεια που δίνεται από τη σχέση **$E = h \cdot f$** , όπου h η **σταθερά του Planck**, η οποία μετράται σε **J · s** και f η **συχνότητα του κβάντου (Hz ή s^{-1})**.
- Κατά τη μετάπτωση του ηλεκτρονίου στο άτομο του υδρογόνου από μια ενεργειακή κατάσταση $E_{αρχ}$ σε μια ενεργειακή κατάσταση $E_{τελ}$ εκπέμπεται **ακτινοβολία** της οποίας η συχνότητα f δίνεται από τη σχέση: **$f = \frac{E_{αρχ} - E_{τελ}}{h}$**
- Η ενέργεια του ηλεκτρονίου στο άτομο του υδρογόνου παίρνει την ελάχιστη τιμή της όταν ο **κύριος** κβαντικός αριθμός έχει την τιμή **ένα (1)** Η κατάσταση αυτή ονομάζεται **θεμελιώδης**, ενώ κάθε άλλη ενεργειακή κατάσταση ονομάζεται **διεγερμένη**
- Σύμφωνα με τη θεωρία de Broglie κάθε **κινούμενο σωματίδιο** συμπεριφέρεται και ως κύμα με μήκος **$\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$**

- Ο ταυτόχρονος προσδιορισμός **της θέσης** και **της ορμής** ενός ηλεκτρονίου είναι αδύνατος, σύμφωνα με την **αρχή της αβεβαιότητας**, που διατυπώθηκε από τον **Heisenberg**
- Για την τιμή $n = 2$ του κύριου κβαντικού αριθμού ο αζιμουδιακός κβαντικός αριθμός μπορεί να πάρει συνολικά τις τιμές ... **0 και 1**, ενώ οι δυνατές τιμές του μαγνητικού κβαντικού αριθμού για $n = 3$ είναι **-2, -1, 0, 1, 2**
- Το μέγεθος, το σχήμα και ο **προσανατολισμός στο χώρο** ενός ατομικού τροχιακού καθορίζονται από τρεις παραμέτρους που ονομάζονται αντίστοιχα **κύριος, αζιμουδιακός και μαγνητικός κβαντικός αριθμός**
- Οι συνδυασμοί τιμών των δύο πρώτων κβαντικών αριθμών $n = 3, \ell = 1$ και $n = 4, \ell = 3$ χαρακτηρίζουν αντίστοιχα τα ατομικά τροχιακά **3p** και **4f**
- Ο τέταρτος κβαντικός αριθμός ονομάζεται και **κβαντικός αριθμός του spin** παίρνει τιμές **$+\frac{1}{2}$ και $-\frac{1}{2}$** και εκφράζει **τη φορά αυτοπεριστροφής του ηλεκτρονίου**
- Μια υποστιβάδα p αποτελείται από **τρία** ατομικά τροχιακά, τα οποία έχουν **τρεις** διαφορετικούς προσανατολισμούς, που καθορίζονται από τις τιμές του **μαγνητικού** κβαντικού αριθμού.
- Η ηλεκτρονιακή κατανομή κατά υποστιβάδες στο άτομο του Li ($Z = 3$) είναι **$1s^2 2s^1$** Η κατανομή αυτή συμφωνεί με τη αρχή **της ελάχιστης ενέργειας**
- Η τιμή του κύριου κβαντικού αριθμού καθορίζει την **ελκτική** δύναμη μεταξύ **πυρήνα και ηλεκτρονίων**, ενώ η τιμή του δευτερεύοντος κβαντικού αριθμού καθορίζει την **απωστική** δύναμη που ασκείται στα ηλεκτρόνια από **τα υπόλοιπα ηλεκτρόνια**
- Ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων για τις υποστιβάδες 1s, 2p, 3d και 4f είναι αντίστοιχα **2, 6, 10 και 14**
- Το κάθε ατομικό τροχιακό μπορεί να περιέχει από **ένα** μέχρι **δύο** ηλεκτρόνια.
- Οι στιβάδες K, L, M και N
 α) αποτελούνται αντίστοιχα από **1, 2, 3 και 4** υποστιβάδες,
 β) αποτελούνται αντίστοιχα από **1, 4, 9 και 16** ατομικά τροχιακά,
 γ) μπορεί να περιέχουν αντίστοιχα μέχρι **2, 8, 18 και 32** ηλεκτρόνια.
- Κριτήριο για τη σύγκριση των ενεργειών δύο υποστιβάδων είναι η τιμή του άθροισματος **$n + \ell$** των **δύο πρώτων** κβαντικών αριθμών.
 Αν για δύο υποστιβάδες, όπως π.χ. για την **4p** και την **3d** το άθροισμα αυτό έχει την ίδια τιμή, τότε από τη μικρότερη ενέργεια χαρακτηρίζεται η υποστιβάδα εκείνη με τη **μικρότερη** τιμή του **κύριου κβαντικού αριθμού (n)**

18. Η ηλεκτρονιακή κατανομή κατά ατομικά τροχιακά στο άτομο του αζώτου ($Z = 7$) σύμφωνα με τον κανόνα του Hund είναι η :



και όχι η :



19. Η τρίτη περίοδος του Περιοδικού Πίνακα περιλαμβάνει συνολικάοκτώ (8)..... στοιχεία των οποίων τα άτομα στη θεμελιώδη κατάσταση περιέχουν ηλεκτρόνια στην υποστιβάδα3s..... ή στις υποστιβάδες3s και 3p.....

20. Η 18η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα περιλαμβάνει συνολικάέξι (6).....στοιχεία τα οποία ονομάζονταιευγενή αέρια..... και ανήκουν στον τομέαp..... Η ηλεκτρονιακή δομή της εξωτερικής τους στιβάδας είναι ns^2np^6εκτός από τοήλιο (He).....για το οποίο είναι $1s^2$

21. Οι τομείς s καιp.....αποτελούν τιςκύριες..... ομάδες, ενώ οι τομείςd και f.....αποτελούν τιςδευτερεύουσες..... ομάδες του Π.Π.

22. Ο τομέας f του Π.Π. περιλαμβάνειδύο (2)..... σειρές στοιχείων οι οποίες ανήκουν στην6η..... και στην7η..... περίοδο του Π.Π.

23. Συμπληρώστε τα διάστικτα στον παρακάτω πίνακα :

Σύμβολο και ατομικός αριθμός στοιχείου	Κατανομή ηλεκτρονίων στιβάδας σθένους	Περίοδος του Π.Π.	Ομάδα του Π.Π.	Τομέας του Π.Π.
Ca, ($Z = 20$)	$4s^2$	4η	2η	s
Si, ($Z = 14$)	$3s^2 3p^2$	3η	14η	p
As, ($Z = 33$)	$4s^2 4p^3$	4η	15η	p
H, ($Z = 1$)	$1s^1$	1η	1η	s
Sc, ($Z = 21$)	$4s^2$	4η	3η	d

24. Ο τομέας f του Π.Π. περιλαμβάνει συνολικάείκοσι οκτώ (28)..... στοιχεία, τα οποία είναι τοποθετημένα σεδύο (2)..... περιόδους. Τα στοιχεία του τομέα f της6ης..... περιόδου ανήκουν στιςλανθανίδες....., ενώ αυτά που ανήκουν στην7η.....περίοδο υπάγονται στιςακτινίδες.....

25. Οι ομάδες1η και 2η..... (τομέας s), καθώς και οι ομάδες13η έως και 18η.....(τομέαςp.....) αποτελούν τις κύριες ομάδες του Π.Π.

26. Η δεύτερη περίοδος του Π.Π. περιλαμβάνει τα στοιχεία με ατομικούς αριθμούς από3..... έως10....., τα οποία ανήκουν στους τομείςs..... καιp.....

27. Κατά την αναζήτηση κατά Lewis των ηλεκτρονιακών τύπων των ενώσεων CH_4O , $CHCl_3$, H_2SO_4 , H_3PO_4 και $HClO_2$ θεωρούμε ως κεντρικό άτομο αντίστοιχα του ατόμου του ...C..., του ...S..., του ...P... και του ...Cl...

28. Στο μόριο του SO_3 , το ένα από τα τρία άτομα οξυγόνου έχει δύο (2)..... κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων με το άτομο του ...S... και δύο (2)..... μη δεσμικά (ασύζευκτα), ενώ το καθένα από τα υπόλοιπα δύο άτομα οξυγόνου έχει τρία (3)..... μη δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων.

Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

1. β	2. ι) β, ιι) δ	7. β	8. α	9. β	10. β	11. β	12. α	13. δ
14. β	15. ι) γ ιι) δ	16. γ	17. γ	18. γ	19. γ	20. δ	21. β	22. β
23. δ	24. β	25. β	26. α	27. β	28. α	29. γ	30. γ	31. α
32. γ	33. ι) γ, ιι) α, ιιι) γ	34. β	35. γ	36. β	37. δ	38. β	39. γ	40. β
41. ι) β, ιι) α	42. α	43. ι) γ, ιι) γ	44. δ	45. ι) γ, ιι) γ	46. β	47. α	48. α	

Ερωτήσεις αντιστοίχισης

3. (Δεν είναι αντιστοίχιση, είναι ανάπτυξης)

Στιβάδα L	$n = 2$	$\ell = 0$	$m_\ell = 0$	$m_s = \pm \frac{1}{2}$	(2s)
		$\ell = 1$	$m_\ell = -1$	$m_s = \pm \frac{1}{2}$	(2p)
			$m_\ell = 0$	$m_s = \pm \frac{1}{2}$	
			$m_\ell = -1$	$m_s = \pm \frac{1}{2}$	

Άρα οι τετράδες είναι :

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

$(2, 1, 0, +\frac{1}{2})$, $(2, 1, 0, -\frac{1}{2})$, $(2, 1, 1, +\frac{1}{2})$, $(2, 1, 1, -\frac{1}{2})$ 8 τετράδες → μέγιστος αριθμός : 8e

Στιβάδα M

$n = 3$	$\ell = 0$	$m_\ell = 0$	$m_s = \pm \frac{1}{2}$	2 τετράδες (3s)
	$\ell = 1$	$m_\ell = -1$	$m_s = \pm \frac{1}{2}$	6 τετράδες (3p)
		$m_\ell = 0$	$m_s = \pm \frac{1}{2}$	
		$m_\ell = 1$	$m_s = \pm \frac{1}{2}$	
	$\ell = 2$	$m_\ell = -2$	$m_s = \pm \frac{1}{2}$	10 τετράδες (3d)
		$m_\ell = -1$	$m_s = \pm \frac{1}{2}$	
		$m_\ell = 0$	$m_s = \pm \frac{1}{2}$	
		$m_\ell = 1$	$m_s = \pm \frac{1}{2}$	
		$m_\ell = 2$	$m_s = \pm \frac{1}{2}$	

Συνολικά : 18 τετράδες → μέγιστος αριθμός 18 e

4. 2p: B-1-β,
5f: Δ-2-ε,
3s: A-3-γ,
1s: A-4-α,
3d: Γ-5-γ

5. n: Δ → 3 → δ,
l: Γ → 1 → β,
m_l: A → 2 → α,
m_s: B → 4 → γ



6.	στιβάδα L	υποστιβάδα p	υποστιβάδα s	τροχιακό d	άτομο με δύο στιβάδες	άτομο με δύο υποστιβάδες
μέγιστος αριθμός e	8	6	2	2	10	4 (εννοώντας 1s ² 2s ²)

7. n=2: B-1-β, n=3: Γ-2-γ, n=4: Δ-3-δ

8. στιβάδα L: Γ-1-γ
υποστιβάδα s: A-2-α
υποστιβάδα p: Γ-3-β
στιβάδα M: E-4-ε
υποστιβάδα d: E-5-δ

9.

Περίοδος Π.Π.	1n	2n	3n	4n	5n	6n	7n
Αριθμός στοιχείων που περιέχει	2	8	8	18	18	32	26

10. A-2-ζ Γ-1-β Δ-3-δ E-4-ε

11. A-2, B-4, Γ-3, Δ-5, E-1

Ερωτήσεις διάταξης

1. $\theta < \gamma < \delta < \alpha < \epsilon$ και $z < \varphi < \omega < \psi < \chi$

2. α) n=2: 8e, β) n=3 m_l=1 : 2e, γ) n=4 l=1 : 6e
δ) n=1 m_s=1/2 : 1e ε) n=3 l=2 : 10e
Άρα: $\omega < \chi < \psi < \varphi < z$

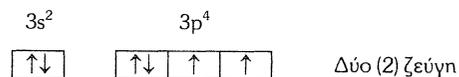
3. 2s < 2p < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5f

4. i) n=3 l=2 : 10e ii) n=2 l=2 : κανένα
iii) n=4 l=1 : 6e iv) n=1 m_l=0 : 2e
v) n=2 m_s=+1/2 : 4e vi) n=3 m_l=-2 m_s=+1/2 : 1e
Άρα: $\theta < \zeta < \delta < \epsilon < \gamma < \alpha$

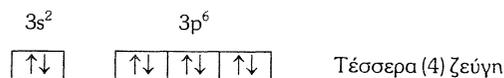
5. Σ₁: 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d¹ 4s²: 2e εξωτ. στιβ. (στοιχείο μετάπτωσης)
Σ₂: 1s²2s²2p⁶3s¹ : 1e εξωτ. στιβ.
Σ₃: 1s²2s²2p⁶3s²3p³ : 5e εξωτ. στιβ.
Σ₄: 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d¹⁰4s²4p¹ : 3e εξωτ. στιβ.
Σ₅: 1s²2s²2p⁶3s²3p⁵ : 7e εξωτ. στιβ.
Σ₆: 1s²2s²2p⁴ : 6e εξωτ. στιβ.
Άρα Σ₂ < Σ₁ < Σ₄ < Σ₃ < Σ₆ < Σ₅

6. ₂₅Mn: 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d⁵4s²: 5 μονήρη e (στοιχείο μετάπτωσης)
₁₁Na: 1s²2s²2p⁶3s¹ : 1 μονήρης e
₇N: 1s²2s²2p³ : 3 μονήρη e
₁₄Si: 1s²2s²2p⁶3s²3p² : 2 μονήρη e
₁₈Ar: 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶ κανένα μονήρης e
Άρα: ₁₈Ar, ₁₁Na, ₁₄Si, ₇N, ₂₅Mn

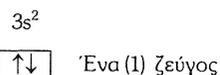
7. ₁₆S: 1s²2s²2p⁶3s²3p⁴



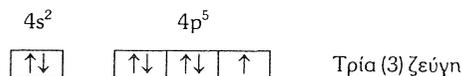
- ₁₀Ne: 1s²2s²2p⁶



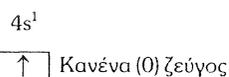
- ₁₂Mg: 1s²2s²2p⁶3s²



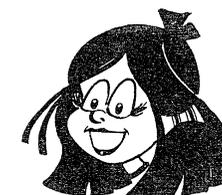
- ₃₅Br: 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶4s²3d¹⁰4p⁵ → 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d¹⁰4s²4p⁵



- ₁₉K: 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶4s¹



Άρα: ₁₉K, ₁₂Mg, ₁₆S, ₃₅Br, ₁₀Ne

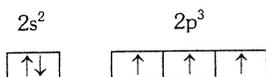


8. $\Sigma_1: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2 \rightarrow 3n$ ομάδα
 $\Sigma_2: 1s^2 2s^2 2p^4 \rightarrow 16n$ ομάδα
 $\Sigma_3: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 \rightarrow 18n$ ομάδα
 $\Sigma_4: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3 \rightarrow 15n$ ομάδα
 $\Sigma_5: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^1 \rightarrow 1n$ ομάδα
 $\Sigma_6: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^1 \rightarrow 13n$ ομάδα

Άρα: $\Sigma_5, \Sigma_1, \Sigma_6, \Sigma_4, \Sigma_2, \Sigma_3$

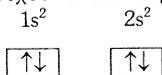
Ερωτήσεις σωστό - λάθος με αιτιολόγηση

10. **Σωστό.** Επειδή στην τιμή $\ell = 0$ αντιστοιχεί μόνο μία τιμή $m_\ell = 0$, θα έχουμε μόνο μία τριάδα κβαντικών αριθμών $(2, 0, 0)$ που αντιστοιχεί στο $2s$ τροχιακό.
11. **Σωστό.** Η δομή θα είναι: $1s^2 2s^2 2p^3$ και τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας θα κατανομούνται σύμφωνα με τον κανόνα του Hund ως εξής:



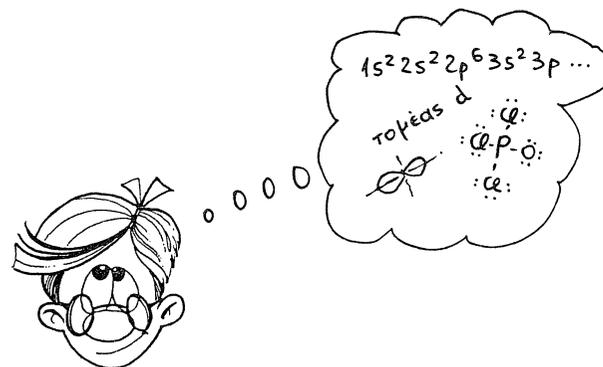
12. **Σωστό.** Επειδή για $n = 1$, η μόνη τιμή που μπορεί να πάρει το ℓ είναι $\ell = 0$, δηλαδή υποστιβάδα s μόνον. Για $n \geq 2$ θα έχουμε $\ell = 0$ και $\ell \geq 1$, δηλαδή υποστιβάδες s, p κλπ. Δηλαδή θα έχουμε μια υποστιβάδα s περισσότερη από τις υποστιβάδες p . Άρα το πλήθος των υποστιβάδων s είναι μεγαλύτερο από το πλήθος των υποστιβάδων p .
13. **Λάθος.** Για τα p τροχιακά έχουμε τρεις τιμές του m_ℓ , άρα θα έχουν τρεις προσανατολισμούς στο χώρο (p_x, p_y, p_z). Για τα s τροχιακά έχουμε μια τιμή του m_ℓ , άρα θα έχουν μόνον έναν προσανατολισμό στο χώρο. Δηλαδή το πλήθος των p τροχιακών σε ένα άτομο θα είναι μεγαλύτερο από το πλήθος των s τροχιακών.
14. **Λάθος.** Όταν διεγερθεί το ηλεκτρόνιο, μεταπηδά σε υποστιβάδα μεγαλύτερης ενέργειας.
15. **Σωστό.** Η πιθανότητα εύρεσης του ηλεκτρονίου σε μεγάλες αποστάσεις από τον πυρήνα τείνει προς το μηδέν, χωρίς όμως ποτέ να μηδενίζεται.
16. **Λάθος.** Για τις υποστιβάδες $3p$ και $4s$ το άθροισμα $n + \ell$ είναι το ίδιο ($3+1 = 4+0$), αλλά η υποστιβάδα $3p$ θα έχει μικρότερη ενέργεια, επειδή έχει μικρότερη τιμή n .

17. **Λάθος.** Η δομή αυτή αντίκειται στην αρχή του Pauli. Η σωστή δομή θα είναι εκείνη, στην οποία τα ηλεκτρόνια έχουν αντίθετα spin:



Ο κανόνας του Hund ισχύει για μία ελλειπή (μη συμπληρωμένη) υποστιβάδα.

18. **Σωστό.** Στη δεύτερη περίοδο ανήκουν τα στοιχεία που έχουν ως εξωτερική στιβάδα την L ($n = 2$), οπότε έχει τομείς s (2 στοιχεία) και p (6 στοιχεία), δηλαδή συνολικά οκτώ (8) στοιχεία.
19. **Λάθος.** Ένα στοιχείο ανήκει στον τομέα s του Π.Π. όταν το ηλεκτρόνιο του που έχει τη μεγαλύτερη ενέργεια (στη θεμελιώδη κατάσταση) ανήκει σε υποστιβάδα s .
20. **Σωστό.** Στον τομέα p ανήκουν τα στοιχεία που συμπληρώνουν την υποστιβάδα p της εξωτερικής στιβάδας. Επειδή η υποστιβάδα p μπορεί να περιέχει μέχρι έξι (6) e , θα αντιστοιχούν έξι (6) δομές (από $ns^2 np^1$ έως και $ns^2 np^6$), δηλαδή θα περιέχονται σε έξι (6) ομάδες (από $13n$ έως και $18n$).
21. **Λάθος.** Το ήλιο (He) έχει δύο (2) ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα και δομή $1s^2$.
22. **Λάθος.** Για να διαθέτει στη στιβάδα σθένους ένα μόνο ηλεκτρονιακό ζεύγος, τότε το ζεύγος αυτό θα είναι ns^2 . Μπορεί λοιπόν να είναι μονήρη e σε p υποστιβάδα π.χ. $ns^2 np^1$ ή $ns^2 np^2$ ή $ns^2 np^3$ και να ανήκει στον p τομέα.
23. **Σωστό.** Επειδή το Ne είναι ευγενές αέριο με $Z = 10$, η ηλεκτρονιακή δομή του Σ αναλυτικά θα είναι: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ και θα ανήκει στην τρίτη περίοδο, $17n$ ομάδα και θα έχει $Z = 17$.
24. **Σωστό.** Η ηλεκτρονιακή του δομή θα είναι: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$ και επειδή συμπληρώνει με ηλεκτρόνια d υποστιβάδα, θα ανήκει στον τομέα d .
25. **Λάθος.** Κεντρικό άτομο θα είναι ο P, επειδή είναι λιγότερο ηλεκτραρνητικό από το οξυγόνο (και τα δύο έχουν δείκτη ένα).



Ασκήσεις - προβλήματα

- 9. α)** Η πρώτη υποστιβάδα p προκύπτει για $n = 2, \ell = 1$, δηλαδή θα είναι $n2p$.
Η δομή θα είναι: $1s^2 2s^2 2p^3$ και $Z = 7$.
- β)** Για τη στιβάδα M $n = 3$ και θα έχει τροχιακά s, p και d. Όμως πριν από τα τροχιακά της 3d υποστιβάδας συμπληρώνεται το 4s.
Η δομή θα είναι: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 \rightarrow Z = 30$.
- γ)** Η πρώτη υποστιβάδα f προκύπτει για $n = 4$.
Αρα θα έχουμε $4f^1$ και η συνολική ηλεκτρονιακή δομή θα είναι:
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6 4f^1 6s^2 \rightarrow Z = 57$.
- 10.** Η στιβάδα σθένους (εξωτερική στιβάδα) συμπληρώνεται με 8e, άρα το στοιχείο Σ έχει 4e στην εξωτερική στιβάδα.
Επειδή το άθροισμα των spin είναι 1, σημαίνει ότι θα έχει 2 μονήρη ηλεκτρόνια με ομόρροπα spin, ενώ τα υπόλοιπα θα είναι ζεύγη.
- α)** Καταλήγουμε λοιπόν σε δομή εξωτερικής στιβάδας $s^2 p^2$ άρα συνολικά θα έχουμε: $1s^2 2s^2 2p^2$ και $Z = 6$.
- β)** Το αντίστοιχο ευγενές αέριο θα έχει συμπληρωμένη την εξωτερική του στιβάδα (8e) και θα έχει δομή: $1s^2 2s^2 2p^6$ και $Z = 10$.
- * ΑΣΑΦΕΙΑ – ΣΧΟΛΙΟ :** Αυτός είναι ο ελάχιστος ατομικός αριθμός που προκύπτει. Τα δεδομένα ισχύουν για όλα τα στοιχεία της IV_A ομάδας ($Z = 6, Z = 14, Z = 32, Z = 50, Z = 82$)
- 11. α)** Για $n = 3$ και $\ell = 2$ προκύπτουν πέντε (5) τιμές του m_ℓ ($-2, -1, 0, 1, 2$) και για κάθε μία από αυτές δύο τιμές του m_s ($\pm \frac{1}{2}$), άρα συνολικά **10e**. (αλλιώς: έχουμε 3d υποστιβάδα που μπορεί να πάρει μέχρι 10e)
- β)** Για $n = 2$ και $m_\ell = 1$ αντιστοιχούν δύο τιμές του m_s ($\pm \frac{1}{2}$), άρα συνολικά **2e**.
- γ)** Για $n = 4$ και $\ell = 3$ προκύπτουν επτά (7) τιμές του m_ℓ ($-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3$) και για κάθε μία τιμή δύο τιμές του m_s ($\pm \frac{1}{2}$), δηλαδή συνολικά 14 e.
Επειδή όμως έχουμε συγκεκριμένα $m_s = \pm \frac{1}{2}$, θα έχουμε τα μισά ηλεκτρόνια, δηλαδή **7e**.
- 12. α)** Έστω $n = k$. Τότε επειδή $\ell < n$ και $m_\ell \leq \ell$ θα έχουμε τιμές $\ell = k - 2$ και $m_\ell = k - 4$.
Επειδή είναι θετικοί αριθμοί $k - 4 > 0 \Rightarrow k > 4$, δηλαδή $n > 4$.
Οι τριάδες που προκύπτουν είναι (5, 3, 1), (6, 4, 2), (7, 5, 3).
Οι δύο τελευταίες απορρίπτονται, επειδή δεν υπάρχουν γνωστά στοιχεία με αυτές τις τριάδες (για $\ell = 4$ υποστιβάδα g και για $\ell = 5$ υποστιβάδα h).
Αρα δεκτή τριάδα είναι $n = 5, \ell = 3, m_\ell = 1$
- β)** Επειδή σε κάθε τιμή του m_ℓ αντιστοιχούν δύο τιμές του m_s , είναι δυνατό ένα δεύτερο ηλεκτρόνιο να έχει την ίδια τριάδα των τριών κβαντικών αριθμών. Προκύπτουν δηλαδή δύο τετράδες: (5, 3, 1, $+\frac{1}{2}$), (5, 3, 1, $-\frac{1}{2}$).
- 13. α)** Για να είναι το άθροισμα των spin ίσο με 7/2, σημαίνει ότι έχουμε ελλiptή υποστιβάδα με μονήρη ηλεκτρόνια. Η υποστιβάδα αυτή είναι f, επειδή μπορεί να πάρει μέχρι 14e, άρα θα υπάρχουν επτά (7) μονήρη ηλεκτρόνια με κβαντικό αριθμό $m_s = +\frac{1}{2}$ (αν υπήρχε και όγδοο, θα σχημάτιζε ζεύγος).

- β)** Υποστιβάδα f προκύπτει για $n = 4$ ή $n = 5$.
Αρα, οι πιθανές δομές θα είναι:
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6 4f^7 6s^2$ ($Z = 63$)
και $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14} 5s^2 5p^6 5d^{10} 6s^2 6p^6 5f^7 7s^2$ ($Z = 95$)
Η δεύτερη απορρίπτεται, επειδή $Z > 92$, άρα δεκτή είναι η πρώτη, δηλαδή $Z = 63$.
- 14. α)** Για τη στιβάδα M $n = 3$ μπορεί να είναι τα τρία μονήρη ηλεκτρόνια $3p^3$ οπότε είναι η δομή $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ και $Z = 15$.
Επίσης αν έχουμε υποστιβάδες s, p και d, τα τρία μονήρη ηλεκτρόνια θα βρίσκονται στην 3d. Αρα, θα έχουμε τη δομή: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$ και $Z = 23$.
- β)** Επειδή η 4p έχει τρία τροχιακά και τα δύο συμπληρώνονται με ζεύγη ηλεκτρονίων, συμπεραίνουμε ότι το τρίτο θα έχει μονήρες ηλεκτρόνιο.
Αρα, η 4p θα έχει 5e και συνολικά θα έχουμε: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$ και $Z = 35$.
- 15. α)** Για να ανήκουν σε διαφορετικές περιόδους και οι ατομικοί τους αριθμοί να διαφέρουν κατά ένα (1), σημαίνει ότι το πρώτο είναι ευγενές αέριο (18n ομάδα) και έχει συμπληρωμένη την εξωτερική στιβάδα, ενώ το δεύτερο θα αρχίσει να συμπληρώνει την επόμενη στιβάδα και θα έχει ένα (1) e στην εξωτερική του στιβάδα, δηλαδή θα ανήκει στην 1n ομάδα.
- β)** Για να ανήκει το στοιχείο Σ₂ με $Z_3 = Z_2 + 16$ στην 1n ομάδα σημαίνει ότι μεσολαβούν μία ή δύο περιόδοι μεταξύ των Σ₂ και Σ₃. Αλλά επειδή από την 4n περίοδο και μετά οι περιόδοι περιέχουν τουλάχιστον 18 στοιχεία, σημαίνει ότι μεσολαβούν η 2n περίοδος (8 στοιχεία) και η 3n περίοδος (επίσης 8 στοιχεία). Αρα το Σ₁ ανήκει στην 1n περίοδο και είναι το ήλιο (He, $Z_1 = 2$), το Σ₂ θα έχει $Z_2 = 3$ και το Σ₃ θα έχει $Z_3 = 19$.
- 16. α)** Επειδή τα ηλεκτρόνια τους κατανομούνται σε τρεις στιβάδες, θα ανήκουν στην 3n περίοδο.
Η 3n περίοδος έχει μόνον τομείς s και p, άρα τα Α και Β θα ανήκουν στον s τομέα δηλαδή 1n και 2n ομάδα, οπότε θα έχουν δομή $3s^1$ και $3s^2$ στην εξωτερική στιβάδα.
Τα στοιχεία Γ και Δ θα ανήκουν στον p τομέα και επειδή έχουν διαδοχικούς ατομικούς αριθμούς με τα Α και Β, θα έχουν 3e και 4e στην εξωτερική στιβάδα και θα ανήκουν στην 13n και 14n ομάδα αντίστοιχα.
- β)** Το Δ θα έχει δομή: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$ και $Z_\Delta = 14$.
Τα άλλα στοιχεία που ανήκουν στην ίδια ομάδα θα έχουν ατομικούς αριθμούς:
2n περίοδος $\rightarrow 1s^2 2s^2 2p^2$ $Z_1 = 6$
4n περίοδος $\rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^2$ $Z_1 = 32$
5n περίοδος $\rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^2$ $Z_3 = 50$
6n περίοδος $\rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14} 5s^2 5p^6 5d^{10} 6s^2 6p^2$ $Z_4 = 82$
- Άλλος τρόπος για το (β) ερώτημα :** με βάση τον αριθμό των στοιχείων που έχει κάθε περίοδος: επειδή η 2n και η 3n περίοδος περιέχουν 8 στοιχεία, $Z_1 = Z_\Delta - 8 = 6$.
Επειδή η 4n και η 5n περίοδος περιέχουν 18 στοιχεία:
 $Z_2 = Z_\Delta + 18 = 32$ και $Z_3 = Z_2 + 18 = 50$ και τέλος επειδή η 6n περίοδος περιέχει 32 στοιχεία:
 $Z_4 = Z_3 + 32 = 82$
- 17. α)** Σ₁: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$ ($Z_1 = 25$)
Σ₂: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ ($Z_2 = 15$)
Σ₃: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ ($Z_3 = 12$)
Σ₄: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ ($Z_4 = 16$)
Σ₅: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$ ($Z_5 = 26$)

β) Τα στοιχεία Σ_1 και Σ_5 θα ανήκουν στην 4η περίοδο, ενώ τα Σ_2 , Σ_3 και Σ_4 θα ανήκουν στην 3η περίοδο.

Σ_1 : 7η ομάδα, Σ_2 : 15η ομάδα, Σ_3 : 2η ομάδα, Σ_4 : 16η ομάδα, Σ_5 : 8η ομάδα.

γ) **Μέταλλα**: $\Sigma_1, \Sigma_3, \Sigma_5$. **Αμέταλλα**: Σ_2, Σ_4 . **Στοιχεία μετάπτωσης** (d τομέας): Σ_1, Σ_5 .

δ) Ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων για $n = 3$ είναι δέκα οκτώ (18), δηλαδή συμπληρωμένες οι υποστιβάδες $3s$, $3p$ και $3d$. Επειδή όμως η $4s$ συμπληρώνεται πριν την $3d$, θα έχουμε την ηλεκτρονιακή δομή: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^0 4s^2$ ($Z = 30$) και το στοιχείο X θα ανήκει στην 12η (II_B) ομάδα.

1.9. Κριτήρια αξιολόγησης

1ο ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΣΥΝΤΟΜΗΣ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΑΤΟΜΙΚΟ ΠΡΟΤΥΠΟ ΒΟΗΘ

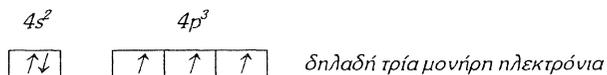
1. i) γ, ii) δ, 2. Λάθος: επειδή είναι αρνητική, με την αύξηση του n θα αυξάνεται, 3. $f_1/f_2 = 4/5$

2ο ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΣΥΝΤΟΜΗΣ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΚΒΑΝΤΙΚΟΙ ΑΡΙΘΜΟΙ ΚΑΙ ΑΤΟΜΙΚΑ ΤΡΟΧΙΑΚΑ

1. γ, 2. δ,
3. $A \rightarrow n, B \rightarrow \delta, \Gamma \rightarrow \theta, \Delta \rightarrow \zeta$
4. $(2, 0, 0, +\frac{1}{2}), (2, 0, 0, -\frac{1}{2})$: υποστιβάδα $2s$
 $(2, 1, -1, +\frac{1}{2}), (2, 1, -1, -\frac{1}{2}), (2, 1, 0, +\frac{1}{2}), (2, 1, 0, -\frac{1}{2}), (2, 1, 1, +\frac{1}{2}), (2, 1, 1, -\frac{1}{2})$: υποστιβάδα $2p$

3ο ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΣΥΝΤΟΜΗΣ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑΚΗ ΔΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΑΤΟΜΩΝ

1. [κύριο], [μικρότερη], [μεγαλύτερη],
[των ηλεκτρονίων], [δευτερεύοντα κβαντικό αριθμό], [αυξάνεται], [αυξάνεται]
2. Κατανομή: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^0 4p^3$
α) Εξωτερική στιβάδα $4s^2 4p^3 : 5e$
β) περιέχονται στα τρία $2p$ τροχιακά, στα τρία $3p$ τροχιακά και στα τρία $4p$ τροχιακά, δηλαδή συνολικά εννέα (9) p τροχιακά.
γ) Λόγω του κανόνα του Hund θα έχουμε:

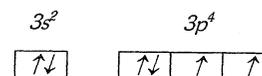


3. Εξετάζουμε το άθροισμα $n + \ell$:
 $6s: 6 + 0 = 6$,
 $3d: 3 + 2 = 5$,
 $4p: 4 + 1 = 5$ (προηγείται η $3d$, επειδή έχει μικρότερο n)
Άρα: $3d < 4p < 6s$

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ (ΩΡΙΑΙΟ) ΑΤΟΜΙΚΟ ΠΡΟΤΥΠΟ ΒΟΗΘ – ΚΒΑΝΤΙΚΟΙ ΑΡΙΘΜΟΙ ΚΑΙ ΑΤΟΜΙΚΑ ΤΡΟΧΙΑΚΑ – ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑΚΗ ΔΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΑΤΟΜΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ – ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΚΑΤΑ LEWIS – ΜΟΡΙΑΚΑ ΤΡΟΧΙΑΚΑ.

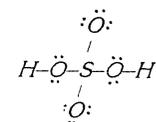
ΘΕΜΑ 1ο: 1. $1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 3d$
2. γ,
3. $[4n], [IV_A (14n)], [p]$
4. Εκτός ύλης 1ου Κεφ.

ΘΕΜΑ 2ο: 1. α) Σωστή. Η ηλεκτρονιακή δομή θα είναι: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$
Η εξωτερική στιβάδα θα έχει δομή:



δηλαδή δύο (2) μονήρη ηλεκτρόνια, με τα οποία θα σχηματίζει δύο (2) ομοιοπολικούς δεσμούς.
β) Λάθος. Μόνον ένα τροχιακό ($1s$) καταλαμβάνεται από ένα ηλεκτρόνιο στη θεμελιώδη κατάσταση. Θα υπάρχουν και τα υπόλοιπα τροχιακά, απλώς δεν θα είναι κατειλημμένα στη θεμελιώδη κατάσταση.

2. $H-(O::)-(Cl:::)$



ΘΕΜΑ 3ο: Τα ευγενή αέρια έχουν συμπληρωμένη την εξωτερική στιβάδα (8 ηλεκτρόνια, εκτός του πρώτου που θα έχει 2 ηλεκτρόνια και συμπληρώνει τη στιβάδα K).
α) Το πρώτο ευγενές θα έχει δομή $1s^2$ άρα $Z = 2$, το δεύτερο $1s^2 2s^2 2p^6$, άρα $Z = 10$, το τρίτο $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$, άρα $Z = 18$, το τέταρτο $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^0 4s^2 4p^6$ άρα $Z = 36$ και το πέμπτο $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^0 4s^2 4p^6 4d^0 5s^2 5p^6$, άρα $Z = 54$.

Τελικά,
με το πολλαπλό βιβλίο
τα κατάλαβα όλα !



ΤΑ ΒΑΣΙΚΟΤΕΡΑ ΣΗΜΕΙΑ

☞ Ενέργεια ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας συχνότητας f : $E = h \cdot f$

☞ Σχέση συχνότητας και μήκους κύματος ακτινοβολίας : $c = \lambda \cdot f$

☞ Ενέργεια του ηλεκτρονίου του υδρογόνου :

$$1\text{η στιβάδα } E_1 = -2,18 \cdot 10^{-18} / 1^2 \quad J = -k$$

$$2\text{η στιβάδα } E_2 = -2,18 \cdot 10^{-18} / 2^2 \quad J = -0,25 k \quad \text{κλπ.}$$

(όπου $k = 2,18 \cdot 10^{-18}$)

$$E < 0$$

E αυξάνεται δηλ. $E_1 < E_2 < E_3 < E_4 < E_5$ και $E \rightarrow 0$

☞ Κβαντικοί αριθμοί : n, ℓ, m_ℓ, m_s

Κύριος κβαντικός αριθμός $n = 1, 2, 3, \dots$ καθορίζει τη στιβάδα

$n = 1$ στιβάδα K, $n = 2$ στιβάδα L, $n = 3$ στιβάδα M, $n = 4$ στιβάδα N,

$n = 5$ στιβάδα O, $n = 6$ στιβάδα P, $n = 7$ στιβάδα Q

Δευτερεύων ή αξιμουδιακός αριθμός $\ell = 0, 1, \dots, (n-1)$ καθορίζει την υποστιβάδα

για $\ell = 0 \rightarrow$ υποστιβάδα s για $\ell = 1 \rightarrow$ υποστιβάδα p

για $\ell = 2 \rightarrow$ υποστιβάδα d για $\ell = 3 \rightarrow$ υποστιβάδα f

Μαγνητικός κβαντικός αριθμός $m_\ell = -\ell, \dots, 0, \dots, +\ell$

Βρίσκει τα τροχιακά σε κάθε υποστιβάδα.

Υποστιβάδα s $\rightarrow \ell = 0 \rightarrow m_\ell = 0$ οπότε η υποστιβάδα s έχει 1 τροχιακό.

Υποστιβάδα p $\rightarrow \ell = 1 \rightarrow m_\ell = -1, 0, 1$, οπότε η υποστιβάδα p έχει 3 τροχιακά.

Υποστιβάδα d $\rightarrow \ell = 2 \rightarrow m_\ell = -2, -1, 0, 1, 2$, οπότε η υποστιβάδα d έχει 5 τροχιακά.

Υποστιβάδα f $\rightarrow \ell = 3 \rightarrow m_\ell = -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3$, οπότε η υποστιβάδα f έχει 7 τροχιακά.

Κβαντικός αριθμός του spin : $m_s = +\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$ καθορίζει ότι σε κάθε τροχιακό ο αριθμός ηλεκτρονίων θα είναι 2.

π.χ. στην s υποστιβάδα $\ell = 0 \rightarrow m_\ell = 0 \rightarrow (n, 0, 0, +\frac{1}{2}) (n, 0, 0, -\frac{1}{2})$

☞ Διαφορές τροχιακών

s τροχιακά	p τροχιακά
σφαιρική συμμετρία	δύο λοβοί συμμετρικοί ως προς τον πυρήνα
ένα είδος	τρεις προσανατολισμοί στο χώρο p_x, p_y, p_z

☞ Σειρά κατάληψης υποστιβάδων : Ανάμεσα σε δύο υποστιβάδες μικρότερη ενέργεια έχει εκείνη με το μικρότερο άθροισμα των κβαντικών αριθμών $n + \ell$

π.χ. 3d : $n + \ell = 3 + 2 = 5$ και 4s : $n + \ell = 4 + 0 = 4$ οπότε μικρότερη ενέργεια έχει η 4s

3d : $n + \ell = 3 + 2 = 5$ και 4p : $n + \ell = 4 + 1 = 5$ μικρότερη ενέργεια έχει η 3d επειδή έχει μικρότερο n.

☞ Διεγερμένη κατάσταση ατόμου : ορισμένα ηλεκτρόνια βρίσκονται σε υποστιβάδες μεγαλύτερης ενέργειας, χωρίς να έχουν συμπληρωθεί οι υποστιβάδες μικρότερης ενέργειας.

☞ Ημισυμπληρωμένη στιβάδα ή τροχιακό : περιέχουν τα μισά ηλεκτρόνια από το μέγιστο αριθμό που μπορούν να περιέχουν.

☞ Απαγορευτική αρχή Pauli : ο' ένα άτομο δεν μπορούν να υπάρξουν δύο ηλεκτρόνια με την ίδια τετράδα κβαντικών αριθμών π.χ. είναι λάθος : $2s^2 \uparrow \uparrow$

☞ Κανόνας Hund : Τα ηλεκτρόνια σε μία ασυμπλήρωτη υποστιβάδα πρέπει να έχουν το μέγιστο άθροισμα κβαντικών αριθμών spin.

π.χ. p^3 : $\uparrow \uparrow \uparrow$ άθροισμα spin των ηλεκτρονίων $+\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1,5$

d^5 : $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ άθροισμα spin των ηλεκτρονίων $+\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 2,5$

f^7 : $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ άθροισμα spin $+\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 3,5$