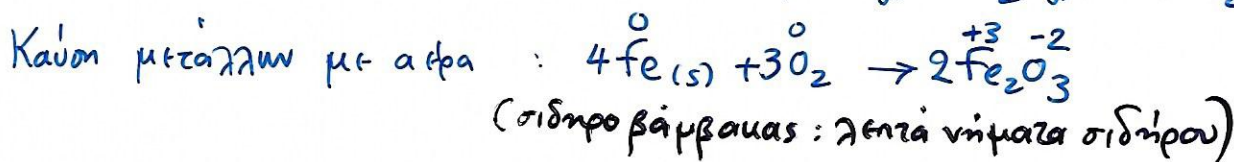
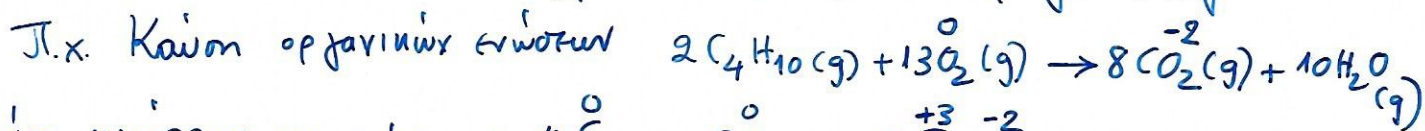


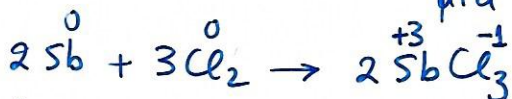
# Μερικές Κοινές Αντιδράσεις Οξειδοαναγωγής

(41)

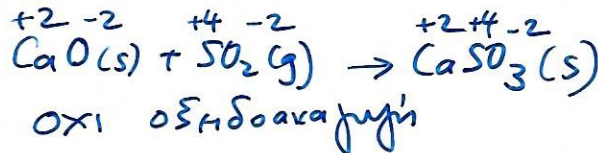
Αντιδράσεις καύσης: Μια ουσία αντιδρά με οξυγόνο συνήθως με ταχεία έκλυση θερμότητας ικανή να παράγει φλόγα



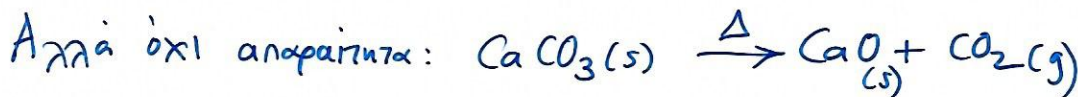
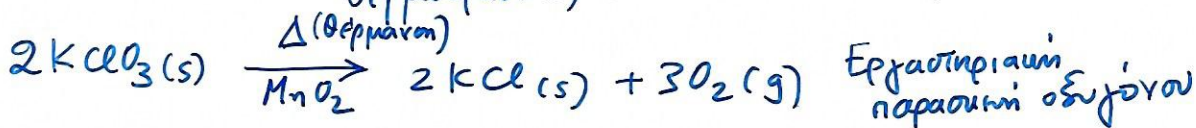
Αντιδράσεις συνδυασμού: Δύο ουσίες συνδυάζονται για να σχηματίσουν μια ζεύξη



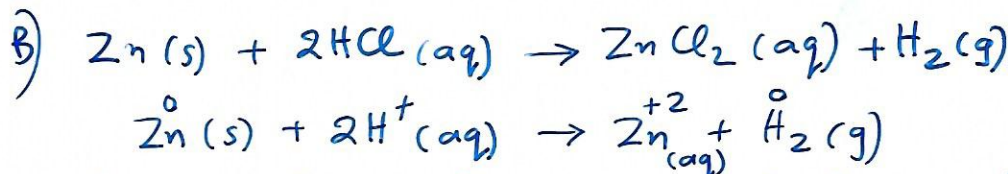
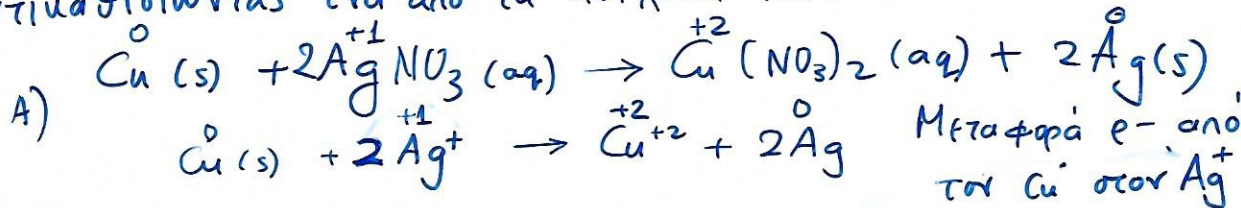
\*Αλλά όχι απαραίτητα π.χ. βάλτη



Αντιδράσεις διάσπασης: Μια μόνο ένωση αντιδρά (π.χ. με αύξηση της θερμοκρασίας) και δίνει δύο ή περισσότερες ουσίες



Αντιδράσεις αντικατάστασης (αλλαγής): Ένα στοιχείο αντιδρά με μια ένωση αντικαθιστώντας ένα από τα στοιχεία της.



Το μέταλλο Zn αντιδρά με το οξύ (HCl), αντικαθιστώντας το υδρογόνο και έτσι παράγεται αέριο  $H_2$ .

Το αν ένα στοιχείο και ένα μονοατομικό ιόν θα αντιδράσουν μεταξύ τους εξαρτάται από την σχετική τους ευκολία να κερδίσουν ή να χάσουν  $e^-$ .

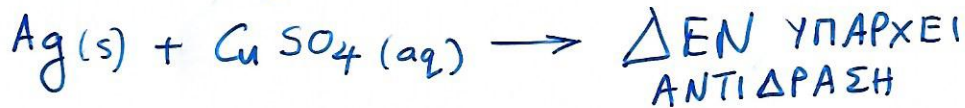
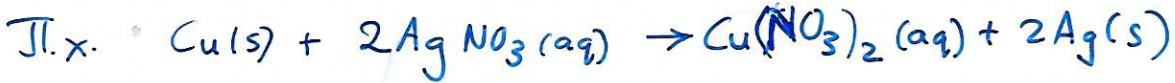


Σειρά δραστηριότητας μετάλλων ως προς την ικανότητα τους να χάνουν e<sup>-</sup>

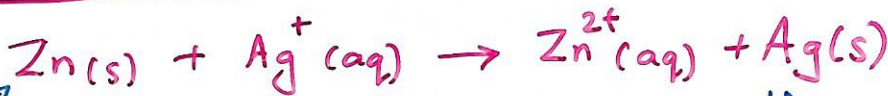
Li K Ba Ca Na Mg Al Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb H<sub>2</sub> Cu Hg Ag Au

Ισχυρά αναγωγικά  
δυνατά παθαιρών εύκολα οξειδώνονται

Ένα μέταλλο αντικαθιστά ένα άλλο σε ένωσή τους αν είναι πιο μπροστά (ψηλότερα) στην παραπάνω σειρά.



4.6 Ισοστάθμιση αλγών αντιδράσεων οξειδοαναγωγής

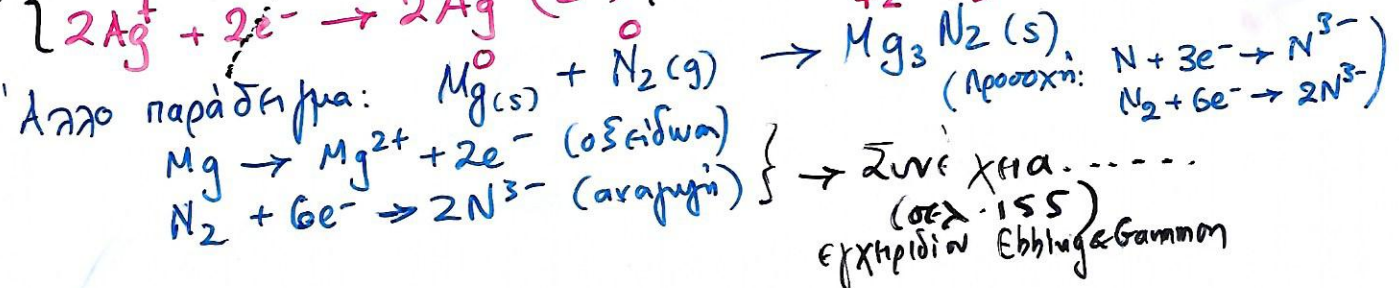
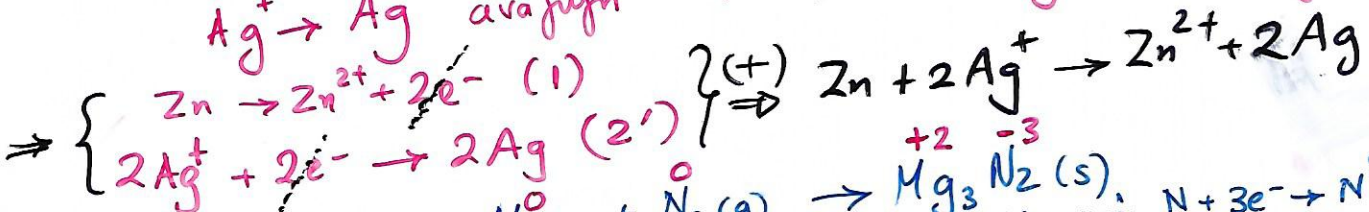
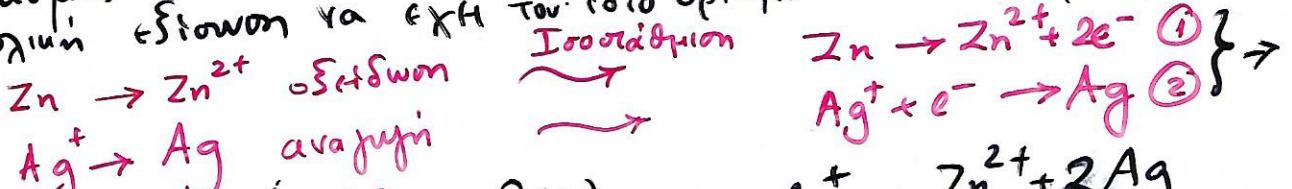


Προσοχή: Είναι ισοσταθμισμένη ως προς τη μάζα αλλά όχι ως προς τα φορτία

Η μέθοδος των ημιαντιδράσεων

Διαχωρισμός οξολογικής επίθεσης σε δύο ημιαντιδράσεις  $\rightarrow$  οξείδωση / αναγωγή

Ισοστάθμιση κάθε ημιαντιδράσεως ξεχωριστά  
Συνδυασμός των δύο ισοσταθμισμένων ημιαντιδράσεων έτσι ώστε η οξολογική επίθεση να έχει τον ίδιο αριθμό e<sup>-</sup> στο α' και β' μέλος.





## Εργασίες με Διαλύματα

43

Στην πράξη οι χημικές αντιδράσεις εκτελούνται σε υγρά διαλύματα

Μια ουσία π.χ. διαλύεται στο νερό

↓  
Διαλυμένη ουσία

↓  
Διαλύτης

Συγκέντρωση: Ποσότητα της διαλυμένης ουσίας σε μία καθορισμένη ποσότητα διαλύματος

π.χ. διάλυμα  $\text{NH}_3$  σε νερό 28% κατά μάζα → εννοούμε 28g  $\text{NH}_3$  σε 100g διαλύματος

Διάλυμα πυκνό ή αραιό  
↑  
υψηλή ή χαμηλή  
συγκέντρωση

## 4.7 Γραμμομοριακή συγκέντρωση ή molarity (M)

$$\text{Molarity (M)} = \frac{\text{moles διαλυμένης ουσίας}}{\text{λίτρα διαλύματος}}$$

Προβληματισμός: η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας σχετίζεται με τον όγκο του διαλύματος που κατά κανόνα μετρείται ευκολότερα

Παράδειγμα: Δείγμα  $\text{NaNO}_3$  που βγήκε 0,38g τοποθετείται σε ομομετρική φιάλη των 50,0 mL η οποία συμπληρώνεται με νερό μέχρι τη χάραξη. Ποιά είναι η molarity του διαλύματος; A.M. Na: 22,99 amu  
N: 14,01 amu  
O: 16,00 amu

$$\text{M.M. NaNO}_3 = 85,00 \text{ amu}$$

$$\text{Moles NaNO}_3 = 0,38 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol NaNO}_3}{85,00 \text{ g}} = 4,470588 \times 10^{-3} \text{ mol NaNO}_3$$

$$\text{Molarity} = \frac{4,470588 \cdot 10^{-3} \text{ mol NaNO}_3}{50,0 \cdot 10^{-3} \text{ L διαλύματος}} = 0,08941176 \text{ M NaNO}_3 = 0,089 \text{ M NaNO}_3$$

## 4.8 Αραίωση διαλυμάτων

$$\text{Moles διαλ. ουσίας} = \text{Molarity} \cdot \text{λίτρα διαλύματος} =$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Σε μία αραίωση αυτά} \\ \text{δεν αλλάζουν και} \\ \text{το δείγμα θα έχει ένα M}_{\text{πρ}} \\ \text{και έναν V}_{\text{πρ}} \end{array} \right\} \rightarrow \text{M}_{\text{αρχ}} \cdot \text{V}_{\text{αρχ}} = \text{M}_{\text{τελ}} \cdot \text{V}_{\text{τελ}}$$

Επιπλέον παράδειγμα molarity: Ένα πήραμα απαιτεί 0,184g  $\text{NaOH}$  υπό μορφή υδατικού διαλύματος. Ποσα mL διαλύματος  $\text{NaOH}$  0,150M

Πρέπει να προσεθούν;  $\text{M.M. NaOH} = 40,0 \text{ amu}$  → γραμμομοριακή μάζα: 40,0g/mol

$$0,184 \text{ g NaOH} \xrightarrow{1 \text{ mol} / 40,0 \text{ g}} \text{moles NaOH} \xrightarrow{1 \text{ L} / 0,150 \text{ mol}} \text{L διαλύματος NaOH} = 3,07 \cdot 10^{-2} \text{ L}$$



# Κεφάλαιο 7 - Η Κβαντική Θεωρία του Ατόμου

Πως είναι κατασκευασμένα τα ηλεκτρόνια στο χώρο γύρω από τον πυρήνα; Τι κάνουν τα ηλεκτρόνια στο άτομο;

Πειραματικές παρατηρήσεις: φάσμα → πύρωση μεζάλλων → εκπομπή φως με διακριτά χρώματα π.χ. Li - Sr βαθύκόκκινο χρώμα →

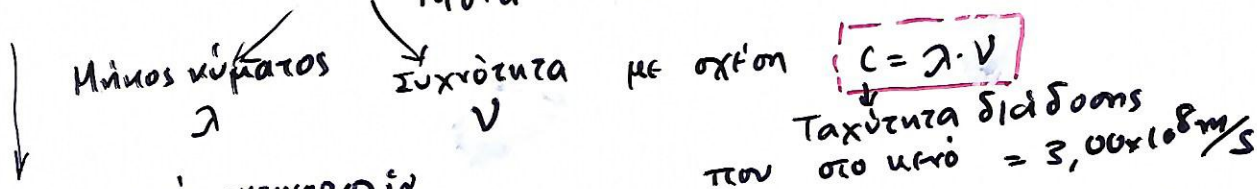
→ ανάλυση με πυρίλινο πρίσμα → Li → 1 κόκκινη, 1 κίτρινη, 2 μπλε φασματικές  
→ Sr → 3 κόκκινες, 4 μπλε φασματικές

Κάθε στοιχείο έχει το δικό του χαρακτηριστικό φασματικό (όχι ομοιόμορφο) φάσμα φως σε διαφορετικά χρώματα

↓  
Τι μας λέει αυτό το φάσμα για τη δομή του ατόμου κάθε στοιχείου;

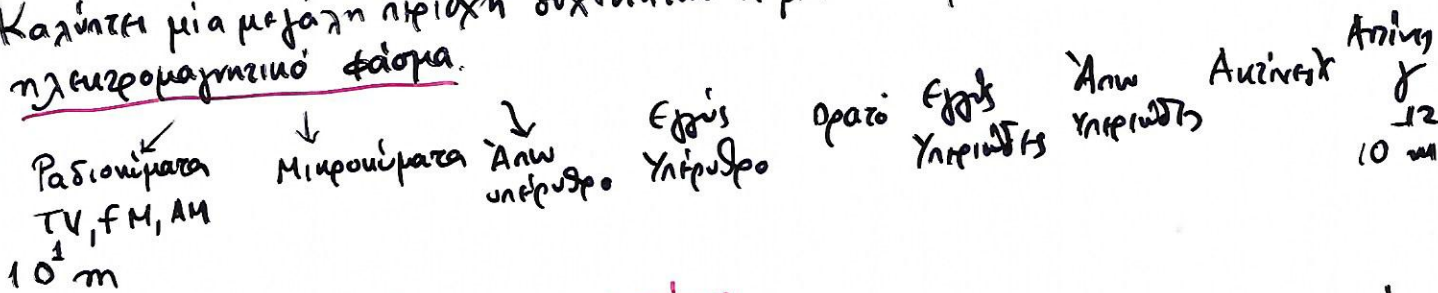
## 7.1 Κυματική φύση του φωτός

Το φως είναι κύμα. Ταλαντώσεις μέσα σε ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία που διαδίδονται στο χώρο



Ηλεκτρομαγνητική αυτινοβολία

Καλύπτει μια μεγάλη περιοχή συχνοτήτων ή μικρών κύματος που ονομάζεται ηλεκτρομαγνητικό φάσμα.



## 7.2 Κβαντικά φαινόμενα και φωτόνια

1905 ο Albert Einstein για να εξηγήσει το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο "αναγνώρισε" να δεχτεί ότι το φως εμείς από κύμα μπορεί να συμπεριφερθεί και ως σωματίδιο (φωτόνιο) το οποίο έχει ενέργεια

$$E = h \cdot \nu$$

δηλ. ανάληψη της συχνότητας  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$  Σταθερά του Planck

Ο Planck πριν τον Einstein (1900) για να εξηγήσει πειραματικά δεδομένα για την ένταση του φωτός που εκπέμπει ένα θερμό σώμα σε διαφορετικές θερμοκρασίες είχε προτείνει την ιδέα της κβάντωσης της ενέργειας του ατόμου σε ένα σκετό



Συμπληρώνοντας ο Planck πρότεινε ότι το άτομο μπορούσε να έχει μόνο ορισμένες ενέργειες δόνησης, E, που δίνονται από τον τύπο:

$$E = n h \nu \quad \text{όπου } \nu: \text{ η συχνότητα δόνησης} \\ n = 1, 2, 3, 4, \dots$$

Πιθανές ενέργειες:  $E_1 = h\nu, E_2 = 2h\nu, E_3 = 3h\nu, \dots$

n: κβαντικός αριθμός. Οι ενέργειες είναι κβαντισμένες δηλ. μπορούν να πάρουν μόνο ορισμένες τιμές και να αλλάξουν ενδιάμεσες

### 7.3 Η θεωρία του Bohr για το άτομο του υδρογόνου

Rutherford: Πυρήνας και γύρω τα ηλεκτρόνια

Όμως το πρόβλημα είναι ότι αν ένα αρνητικά φορτισμένο σωματίδιο (όπως το  $e^-$ ) απλά περιφέρεται γύρω από ένα κέντρο  $\rightarrow$  χάνει διαρκώς ενέργεια υπό μορφή Η/Μ ακτινοβολίας  $\rightarrow$  η κίνησή του γίνεται πηρωδής  $\rightarrow$  πέφτει πάνω στον πυρήνα.

Ένα τέτοιο άτομο ΔΕΝ είναι σταθερό.

1913 Niels Bohr (στηριζόμενος σε Planck, Einstein) έκανε τις εξής νέες παραδοχές (νέα θεωρία) για το άτομο του υδρογόνου (έχει ένα μόνο  $e^-$ ) προκειμένου να εξηγήσει (α) την σταθερότητα του και (β) το γεγονός ότι όταν σταθερά εκπέμπει φως που δίνει γραμμικό (και όχι συνεχές) φάσμα.  
(4 μόνο γραμμές) 

- κόκκινη 660nm
- κυανοπράσινη 485nm
- κίτρινη 430nm
- ιώδη 405nm

### Παραδοχή 1<sup>η</sup>

Ένα  $e^-$  επιτρέπεται να έχει ορισμένες μόνον τιμές ενέργειας σε ένα άτομο ( $\rightarrow$  επιτρεπτά ενέργειες). Άρα και το ίδιο το άτομο μπορεί να έχει μόνο ορισμένες τιμές ορισμένης ενέργειας

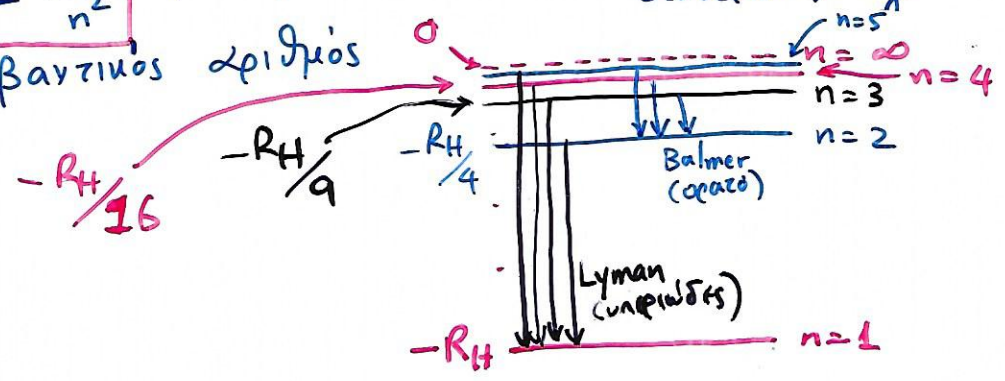
Έτσι το  $e^-$  στο άτομο του Η έχει τα ακόλουθα επιτρεπτά ενέργειας

$$E = - \frac{R_H}{n^2}$$

$n = 1, 2, 3, \dots, \infty$

$R_H = 2,179 \times 10^{-18} \text{ J}$   
Σταθερά Rydberg

n = κύριος κβαντικός αριθμός





Παράδοχη 2 Ένα  $e^-$  σε κάποιο άτομο επιτρέπεται να μεταβάλλει την ενέργειά του μόνο μεταπηδώντας από ένα επίπεδο ενέργειας σε ένα άλλο. Η μεταπήδηση αυτή λέγεται μεταπτώση

Αρχικά το  $e^-$  σε υψηλό επίπεδο ενέργειας  $E_i = -\frac{R_H}{n_i^2}$  και μεταπίπτει σε ένα χαμηλότερο με  $E_f = -\frac{R_H}{n_f^2}$

Η ενέργεια που χάνει είναι  $\Delta E = E_f - E_i$  και εκπέμπεται υπό μορφή φωτονίου.

$$\Delta E = -R_H \left( \frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right) \quad R_H = 2,179 \times 10^{-18} \text{ J}$$

Παράδειγμα: Μεταπτώση από  $n_i = 4$  σε  $n_f = 2$

$$\Delta E_{4 \rightarrow 2} = -R_H \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2} \right) = -4,086 \times 10^{-19} \text{ J} < 0 \quad \text{δηλ. χάνει ενέργεια}$$

Το εκπεμπόμενο φωτόνιο θα έχει ενέργεια  $h\nu = -\Delta E \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{R_H}{hc} \left( \frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$$

$$\text{Αν } n_f = 2, n_i = 4 \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{R_H}{hc} \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{16} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{3R_H}{16hc} \Rightarrow \lambda = \frac{16hc}{3R_H}$$

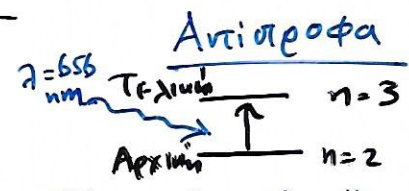
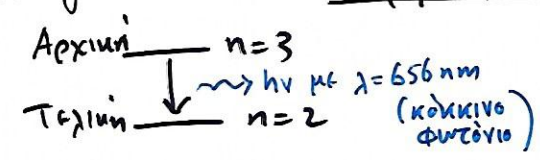
Θέτουμε  $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ ,  $c = 2,998 \times 10^8 \text{ m/s}$  και προκύπτει  $\lambda = 486 \text{ nm}$  κυανοπράσινο

Οι μεταπτώσεις στην  $n=2$  ονομάζονται σειρά Balmer και το φως τους είναι ορατό

Κανονικά ένα  $e^-$  βρίσκεται στο χαμηλότερο επίπεδο ενέργειας  $\rightarrow n=1 \rightarrow E_1$

Αλλά μπορεί να διεγερθεί (π.χ. σύγκρουση ατόμων αερίου που έχει θερμανθεί) και να ανέβει σε υψηλότερη ενέργεια π.χ. στο  $E_3 \rightarrow$  επανέρχεται στη θεμελιώδη κατάσταση με εκπομπή φωτονίου

Εξήγηση και της απορρόφησης του φωτός από ένα  $e^-$



Όπου χρώμα δλ. απορροφάται, ανακλάται. Π.χ. Αν μία ουσία απορροφά το κόκκινο, θα ανακλά τα υπόλοιπα δηλ. κίτρινο + μπλε  $\rightarrow$  εμφανίζεται κυανοπράσινο.

Το  $e^-$  "φωτίζεται" με φως μήκους κύματος  $656 \text{ nm} \rightarrow$  το απορροφάει δηλ. παίρνει την ενέργειά του και μεταπίπτει στο υψηλότερο ενεργειακό επίπεδο.



7.4 Κβαντομηχανική

Η θεωρία του Bohr δεν μπορούσε να προβλέψει επιπλέον ενέργειες για άλλα άτομα πέραν του υδρογόνου και δεν μπορούσε να ερμηνεύσει τις λεπτομέρειες της ατομικής δομής.

Η κβαντομηχανική είναι νέα θεωρία που αναπτύχθηκε για να εξηγήσει την αλληλεπίδραση εξαιρετικά μικρών σωματιδίων.

1923 - Louis de Broglie

Παροδοχή ότι ένα σωματίδιο ύλης μάζας  $m$  και ταχύτητας  $v$  συνδέεται με ένα μήκος κύματος,  $\lambda$  το οποίο είναι  $\lambda = \frac{h}{mv}$

Εξίσωση de Broglie

Για να "φανούν" οι κυματικές ιδιότητες της ύλης πρέπει το  $\lambda$  να είναι σχετικά μεγάλο π.χ. μερικές εκατοντάδες pm ή της τάξης του nm.

Τέτοια είναι μικρά σωματίδια (π.χ.  $e^-$ ) τα οποία κινούνται με πηραματικά μετρήσιμες ταχύτητες π.χ. ( $\sim 10^6$  m/s).

Ηλεκτρονικό μικροσκόπιο : Δέσμη ηλεκτρονίων μπορεί να παραχθεί από έναν κρύσταλλο δηλ. έχει κυματικές ιδιότητες

Κυματική ιδιότητα όπου το φως αποκλίνει από την αρχική κατεύθυνση πορεία του και διαχέεται προς όλες τις κατευθύνσεις όταν συναντά ένα εμπόδιο, μια μικρή οπή ή λωπή σχισμή που έχει μέγεθος όσο το μήκος κύματος.

Αριθμητικό παράδειγμα: α) Αντικείμενο  $m = 1,00 \text{ kg}$  και  $v = 1,00 \text{ km/h}$

$\lambda = \frac{h}{mv} = 2,38 \cdot 10^{-33} \text{ m}$

β) Ηλεκτρόνιο με  $v = 4,19 \times 10^6 \text{ m/s}$  και  $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg} \Rightarrow \lambda = 1,74 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 0,174 \text{ nm} = 174 \text{ pm}$

Η έννοια της Κυματοσυνάρτησης

1927 Werner Heisenberg - Αρχή της αβεβαιότητας

Έδειξε, μέσω της κβαντομηχανικής, ότι είναι αδύνατο να γνωρίσουμε με απόλυτη ακρίβεια ταυτόχρονα και τη θέση και την ορμή ενός σωματιδίου, όπως το ηλεκτρόνιο  $\rightarrow$  Η εικόνα του Bohr πρέπει και αυτή να αναθεωρηθεί  $\rightarrow$  Μπορούμε να μιλάμε μόνο για την πιθανότητα εύρεσης του  $e^-$  σε μια περιοχή του χώρου γύρω από τον πυρήνα



Κυματική ανάρτηση (ή κυματοσυνάρτηση)  $\psi$ : Μαθηματική έκφραση που δίνει πληροφορίες για ένα σωματίδιο σε ένα δεδομένο ενεργειακό επίπεδο.  
Η  $\psi$  λαμβάνεται με λύση της εξίσωσης Schrödinger

Το τετράγωνο της  $\psi$ , δηλαδή το  $\psi^2$ , δίνει την πιθανότητα εύρεσης του σωματιδίου μέσα σε μια περιοχή του χώρου

Για ένα ηλεκτρόνιο μέσα σε ένα άτομο, η κυματική του ανάρτηση ονομάζεται ατομικό τροχιακό  $\rightarrow$  Η οπτική του απεικόνιση έχει ορισμένο σχήμα και περιγράφει την περιοχή του χώρου στον οποίο η πιθανότητα να βρεθεί το ηλεκτρόνιο είναι μεγάλη.

Στην κβαντομηχανική, κάθε ηλεκτρόνιο σε ένα άτομο περιγράφεται από τέσσερις διαφορετικούς αριθμούς (κβαντικοί αριθμοί) που συμβολίζονται

ως:  $n, l, m_l, m_s$

Από τους τρεις καθορίζουν τα "γεωμετρικά" χαρακτηριστικά του ατομικού τροχιακού

$\rightarrow$  Αυτός αναφέρεται σε μια μαθηματική ιδιότητα των ηλεκτρονίων που λέγεται spin.

Κβαντικοί αριθμοί

1. Κύριος κβαντικός αριθμός ( $n$ )

Είναι ο αριθμός από τον οποίο εξαρτάται κυρίως η ενέργεια ενός ηλεκτρονίου σε ένα άτομο. Μπορεί να έχει οποιαδήποτε θετική ακέραιη τιμή: 1, 2, 3, 4, ...

Μικρός  $n \rightarrow$  μικρότερη ενέργεια

Επίσης το μέγεθος ενός τροχιακού είναι ανάλογο του  $n$ .

Τροχιακά με το ίδιο  $n$ , λέμε ότι ανήκουν στον ίδιο φλοιό

φλοιός	K	L	M	N
$n$	1	2	3	4

2. Κβαντικός αριθμός της στροφορμής ( $l$ ) ή αδιανυσματικός

Διακρίνει τα τροχιακά ενός δεδομένου  $n$ , ανάλογα με το σχήμα τους

Τιμές: Για δεδομένο  $n$ , το  $l = 0, 1, \dots, n-1$

Π.χ.  $n=3 \rightarrow l = 0, 1, 2$  Δηλ. ο φλοιός με  $n=3$  υπάρχουν τρία διαφορετικά είδη τροχιακών, το καθένα με το δικό του σχήμα.



Η ενέργεια ενός τροχιακού εξαρτάται κάρως και από τον  $l$  (με εξαίρεση **49**) το άτομο του  $H$  που εξαρτάται μόνο από τον  $n$ ) και συγκεκριμένα αξιώνεται με τον (για σταθερό  $n$ )

Φλοιοί  $\rightarrow$  Υποφλοιοί:  $s$   $p$   $d$   $f$   $g$   
 π.χ.  $n=5$   $l$   $0$   $1$   $2$   $3$   $4$

Κανόνες

Γράφουμε την τιμή του  $n$  και δίπλα το φράγμα του υποφλοιού.

π.χ.  $2p$  σημαίνει ο υποφλοιοί με κβαντικούς αριθμούς  $n=2$  και  $l=1$

### 3. Μαγνητικός κβαντικός αριθμός ( $m_l$ )

Διακρίνει τα τροχιακά που έχουν δεδομένα  $n$  και  $l$  (δηλ. δεδομένη ενέργεια και σχήμα), ανάλογα με τον διαφορετικό τους προσανατολισμό στο χώρο

Επιτρεπτές τιμές  $m_l$  είναι οι ακέραιοι:  $-l, \dots, 0, \dots, +l$

π.χ. για  $l=0$  (υποφλοιοί  $s$ )  $\rightarrow m_l = 0$  μόνο

για  $l=1$  (υποφλοιοί  $p$ )  $\rightarrow m_l = -1, 0, +1 \rightarrow$  δηλ. στον υποφλοιοί

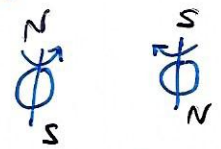
$p$  υπάρχουν τρία τροχιακά. Έχουν και τα τρία την ίδια ενέργεια (ίδιο  $n, l$ ), το ίδιο σχήμα (ίδιο  $l$ ) αλλά διαφορετικούς προσανατολισμούς στο χώρο.

Σε κάθε υποφλοιοί με κβαντικό αριθμό  $l \rightarrow$  υπάρχουν  $2l+1$  τροχιακά

### 4. Κβαντικός αριθμός spin ( $m_s$ )

Αναφέρεται στους δύο δυνατούς προσανατολισμούς του άξονα  $a$  αυτοηλεκτροφάνειας (spin) ενός ηλεκτρονίου. Δύο επιτρεπτές τιμές μόνο:  $m_s = +1/2, -1/2$

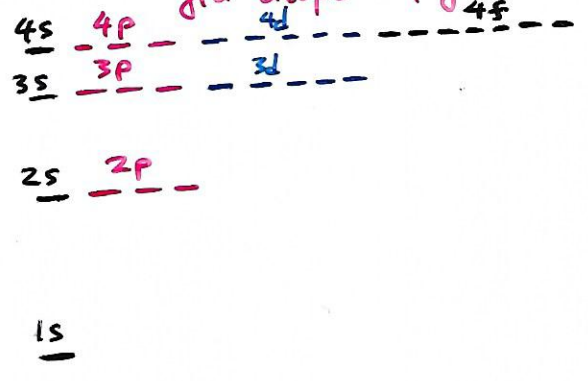
Σαν να περιγράφεται γύρω από τον άξονά του όπως η  $\vec{p}$ . Παρόμορφος μαγνήτης με βόρτη και νότιο πόλο.



Επιτρεπτές τιμές κβαντικών αριθμών για ατομικά τροχιακά

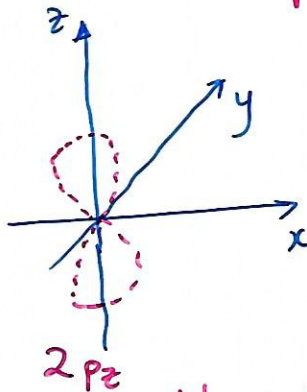
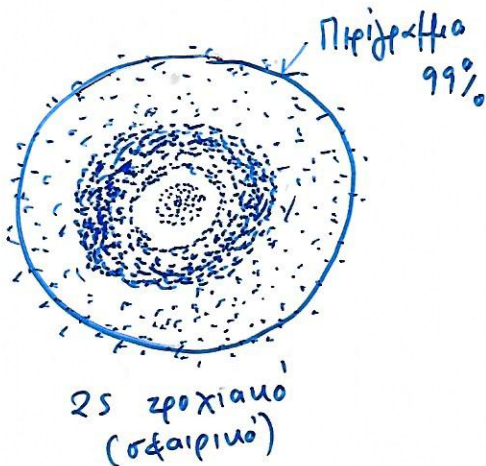
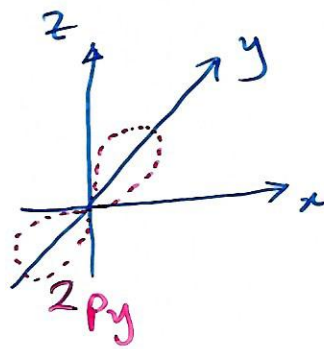
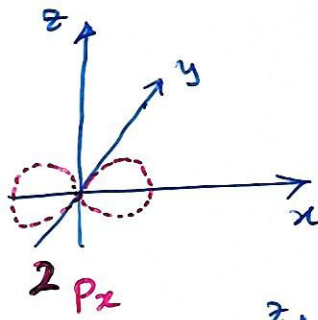
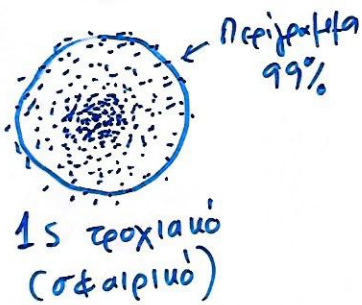
$n$	$l$	$m_l$	Υποφλοιοί	Πλήθος τροχιακών
1	0	0	1s	1
2	0	0	2s	1
2	1	-1, 0, +1	2p	3
3	0	0	3s	1
3	1	-1, 0, +1	3p	3
3	2	-2, -1, 0, +1, +2	3d	5
4	0	0	4s	1
4	1	-1, 0, +1	4p	3
4	2	-2, -1, 0, +1, +2	4d	5
4	3	-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3	4f	7

Ενέργειες τροχιακών για άτομο υδρογόνου





# Σχήματα ατομικών τροχιακών



p-τροχιακά: Δύο λοβοί (σχήμα) με προς διαφορετικές προσανατολισμών.

Το τροχιακό δεν περιγράφει απόλυτα σε κάποια συγκεκριμένη απόσταση από τον πυρήνα. Δηλαδή, ένα άτομο έχει απροσδιόριστη ένταση, "μέγεθος".  
 Πείραγμα 99%: Μια γραμμή που δείχνει το χώρο μέσα στον οποίο το ηλεκτρόνιο έχει 99% πιθανότητα να βρεθεί.

## Τα σχήματα των πέντε d τροχιακών

