

Κεφάλαιο 4-Ατομικά φαινόμενα

Β' Λυκείου



SCHOOLDOCTOR

➤ **Ατομικές θεωρίες** (πρότυπα)

1. **Αρχαίοι Έλληνες ατομικοί :**

η πρώτη θεωρία που διατυπώθηκε παγκοσμίως (καθαρά φιλοσοφική, αφού δεν στηριζόταν σε καμιά πειραματική παρατήρηση).

Δημόκριτος (Λεύκιππος, Επίκουρος)

Η ύλη δεν μπορεί να διαιρείται απεριόριστα, αλλά αποτελείται από μικρά α-τιμητα σωματίδια, τα **άτομα**, που :

- Είναι **αιώνια** και **άφθαρτα**.
(δεν δημιουργούνται, ούτε καταστρέφονται).
- **Διαφέρουν** μεταξύ τους σε σχήμα και μέγεθος
- **Κινούνται** διαρκώς στο κενό.
- Από τις **ενώσεις** τους δημιουργούνται τα σώματα, και από τον διαχωρισμό τους καταστρέφονται

άρα **η ύλη είναι ασυνεχής**.

- ✓ **Ο Αριστοτέλης και ο Πλάτωνας**
την καταπολέμησαν (δεν δέχονταν την ύπαρξη του κενού)
και έτσι έπεσε σε αφάνεια για αιώνες.

Την επαναφέρει στο προσκήνιο (τον 19^ο αιώνα)

- ✓ **ο Dalton**
για να εξηγήσει θεωρητικά τους νόμους της Χημείας
(που ανακάλυψε πειραματικά).

2. στα τέλη του 19^{ου} αιώνα ο **Thompson**
ανακαλύπτει το **ηλεκτρόνιο**

- γνωρίζει ότι το άτομο είναι ηλεκτρικά ουδέτερο,
άρα **υποθέτει την ύπαρξη του πρωτονίου**
(με μάζα πολύ μεγαλύτερη από το ηλεκτρόνιο)
- Είναι ο πρώτος που **ανατρέπει την ατομική θεωρία του Δημόκριτου**, δείχνοντας ότι το **άτομο δεν είναι συμπαγές και αδιάσπαστο, αλλά έχει εσωτερική δομή**.

- Προτείνει καινούργιο ατομικό πρότυπο, **το σταφιδόψωμο**, μια σφαίρα θετικού φορτίου, με ακίνητα και ομοιόμορφα κατανεμημένα ηλεκτρόνια.
3. Ο **Rutherford** και οι μαθητές του, μετά από πειράματα (που τα αποτελέσματα τους ήρθαν σε αντίθεση με το πρότυπο του Thompson) προτείνει νέο πρότυπο, **το πλανητικό μοντέλο**, θεωρώντας ότι :
- όλο το θετικό φορτίο είναι συγκεντρωμένο σε μια πολύ μικρή περιοχή τον **πυρήνα** με τα ηλεκτρόνια να περιφέρονται σε **κυκλικές τροχιές** γύρω του.
4. Ο **Bohr** τέλος, για να εξηγήσει το γραμμικό φάσμα εκπομπής του υδρογόνου, το οποίο κατά τον Rutherford έπρεπε να είναι συνεχές), προτείνει νέο βελτιωμένο πρότυπο, το **πρότυπο του Bohr**, με τις παρακάτω παραδοχές:
- α. Το ηλεκτρόνιο του ατόμου του υδρογόνου περιφέρεται γύρω από τον θετικά φορτισμένο πυρήνα, με την επίδραση της ελκτικής **δύναμης Coulomb**, που δέχεται από αυτόν.
- β. Το ηλεκτρόνιο μπορεί να κινείται μόνο σε ορισμένες τροχιές, που ονομάζονται **επιτρεπόμενες τροχιές** και είναι εκείνες για τις οποίες ισχύει ότι η **στροφορμή του ηλεκτρονίου είναι κβαντωμένη** και ίση με το ακέραιο πολλαπλάσιο της ποσότητας $h/2\pi$, όπου h είναι η σταθερά του Planck :
- $$L = mU r = \eta \cdot h / 2\pi \quad \eta = 1,2,3 \dots\dots$$
- ✓ Όπου η είναι θετικός ακέραιος αριθμός (**κύριος κβαντικός αριθμός**).
- γ. Όταν το ηλεκτρόνιο κινείται σε ορισμένη **επιτρεπόμενη τροχιά** **δεν εκπέμπει ακτινοβολία** (σε αντίθεση με την ηλεκτρομαγνητική θεωρία, σύμφωνα με την οποία θα έπρεπε να ακτινοβολεί συνεχώς ενέργεια, άρα να διαγράφει σπειροειδή τροχιά και τελικά να πέφτει στον πυρήνα).
- δ. Όταν το ηλεκτρόνιο μεταπηδήσει από μια επιτρεπόμενη τροχιά σε άλλη μικρότερης ενέργειας (**αποδιέγερση**), τότε **εκπέμπεται ένα φωτόνιο** με ενέργεια ίση με τη διαφορά μεταξύ της αρχικής και της τελικής του ενέργειας.
- Όταν αναφερόμαστε στην ολική ενέργεια του ηλεκτρονίου, εννοούμε την ενέργεια του συστήματος ηλεκτρόνιο-πυρήνας, που οφείλεται στην αλληλεπίδρασή τους.
 - Η μικρότερη ακτίνα επιτρεπόμενης τροχιάς του ηλεκτρονίου (r_1) ονομάζεται **ακτίνα του Bohr**.
- **Οι τιμές της ενέργειας είναι αρνητικές.**
- Η μεγαλύτερη τιμή της ενέργειας είναι 0 και αντιστοιχεί σε άπειρη απόσταση από τον πυρήνα.
 - Η φυσική σημασία του αρνητικού πρόσημου είναι ότι απαιτείται προσφορά ενέργειας, για να απομακρυνθεί το ηλεκτρόνιο σε περιοχή εκτός του ηλεκτρικού πεδίου του πυρήνα.



✓ **πείραμα του Rutherford**

λεπτή παράλληλη δέσμη σωματιδίων α^+ κατευθύνεται σε λεπτό φύλλο χρυσού.

Δεν αναμενόταν σημαντική απόκλιση αφού :

- Έξω από τον πυρήνα δεν υπάρχει άπωση (συνολικό φορτίο 0).
- Στο εσωτερικό του το φορτίο κατανέμεται ομοιόμορφα
- Τα ηλεκτρόνια έχουν ελάχιστη μάζα.

Ο Rutherford όμως διαπίστωσε ότι :

- Αρκετά σωματίδια απέκλιναν σε διάφορες γωνίες
- Κάποια απέκλιναν κατά 180° .

Έτσι συμπέρανε πως :

όλο το θετικό φορτίο και όλη σχεδόν η μάζα του ατόμου είναι συγκεντρωμένη σε μια πολύ μικρή περιοχή τον πυρήνα με τα ηλεκτρόνια να περιφέρονται σε κυκλικές τροχιές .

φάσμα : η εικόνα του αναλυμένου (από πρίσμα) σύνθετου φωτός, σε πέτασμα ή φωτογραφικό φιλμ.

- **συνεχές :** από διάπτρα στερεά (μεταλλικό νήμα λαμπτήρα) ή υγρά.
- **γραμμικό :** από ιονισμένα αέρια ή ατμούς.
- **εκπομπής :** όταν μεταξύ φωτεινής πηγής και πρίσματος δεν παρεμβάλλεται τίποτα.
- **απορρόφησης :** όταν μεταξύ φωτεινής πηγής και πρίσματος παρεμβάλλεται διάφανο υλικό (π.χ. γυάλινο δοχείο με έγχρωμο αέριο).

α. το φάσμα εκπομπής ή απορρόφησης ενός αερίου αποτελείται από **ορισμένες φασματικές γραμμές** που είναι **χαρακτηριστικές** του αερίου, κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε ορισμένη συχνότητα ή μήκος κύματος.

β. κάθε γραμμή του φάσματος απορρόφησης του αερίου, **συμπίπτει ακριβώς** με μια γραμμή του φάσματος εκπομπής του.

δηλαδή

κάθε αέριο απορροφά μόνο εκείνες τις γραμμές που μπορεί να εκπέμπει.

✓ **ενεργειακές στάθμες.**

Ονομάζονται οι επιτρεπόμενες τιμές της ενέργειας του Υδρογόνου και κάθε ατόμου.

✓ **ενεργειακές καταστάσεις**

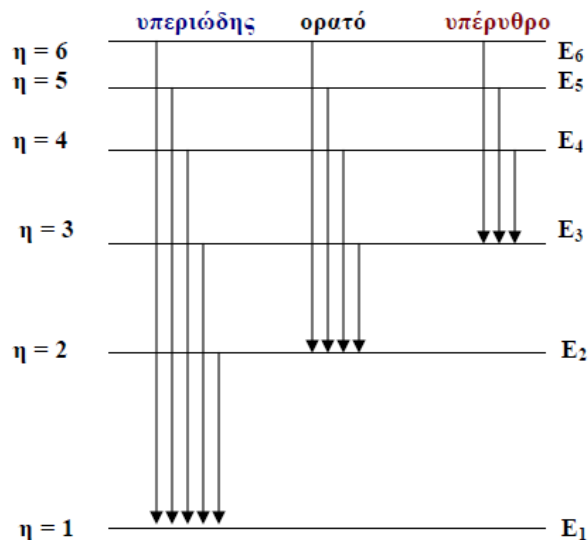
ονομάζονται οι αντίστοιχες καταστάσεις του ατόμου.

✓ **θεμελιώδης κατάσταση**

ονομάζεται η κατάσταση με την χαμηλότερη ενέργεια.

- ✓ Όλες οι άλλες ονομάζονται **διεγερμένες καταστάσεις**.

Διάγραμμα των ενεργειακών σταθμών :
(και των δυνατών αποδιεγέρσεων)



➤ Διέγερση του ατόμου

- Ονομάζεται η μετάβαση ενός ηλεκτρονίου από μια τροχιά χαμηλής ενέργειας σε άλλη υψηλότερης ενέργειας.
- Διαρκεί ελάχιστο χρονικό διάστημα
- Η επάνοδος του ηλεκτρονίου στη θεμελιώδη κατάσταση γίνεται είτε απευθείας, είτε με διαδοχικά άλματα, εκπέμποντας ένα ή περισσότερα φωτόνια.

➤ Ιονισμός του ατόμου :

- Το ηλεκτρόνιο απομακρύνεται οριστικά από τον πυρήνα και το άτομο μετατρέπεται σε θετικό ιόν.
- **ενέργεια ιονισμού**
ονομάζεται η ελάχιστη ενέργεια που απαιτείται για την απομάκρυνσή του, από το άτομο.

$$E_{\text{ιον}} = E_{\infty} - E_1 = -E_1$$

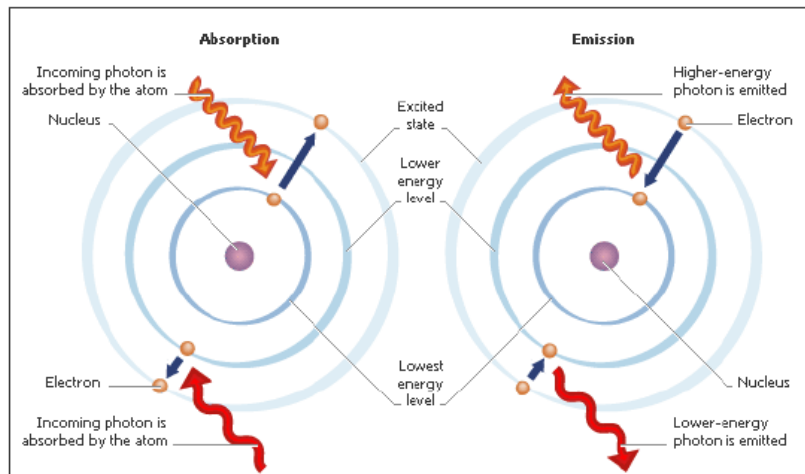
➤ Μηχανισμός παραγωγής και απορρόφησης φωτονίων :

1. Διέγερση με κρούση.
(σύγκρουση ηλεκτρονίου ή ιόντος ή ατόμου με άτομο).
 2. Διέγερση με απορρόφηση ακτινοβολίας
(εάν το φωτόνιο που απορροφά,
έχει τόση ενέργεια **όση ακριβώς απαιτείται**).
- Τα **μήκη κύματος** των φωτονίων που **απορροφά** το αέριο, **είναι ίσα** με τα **μήκη κύματος των φωτονίων που εκπέμπει**, δηλαδή, το **φάσμα απορρόφησης** του αερίου παρουσιάζει σκοτεινές γραμμές στη θέση των φωτεινών γραμμών του φάσματος εκπομπής.
 - Οι τιμές του μήκους κύματος που υπολογίζονται θεωρητικά από την παρακάτω εξίσωση :

$$f = \frac{E_i - E_f}{h}$$

συμφωνούν με τις πειραματικές,
άρα

- το **πρότυπο του Bohr** μπορεί να εξηγήσει τα γραμμικά **φάσματα** του υδρογόνου, και
- μπορεί να επεκταθεί και σε άλλα άτομα ή ιόντα (**τα υδρογονοειδή**) που έχουν ένα μόνο ηλεκτρόνιο στην εξωτερική τους στοιβάδα.



Ακτίνες X (ακτίνες Roentgen)

➤ Παραγωγή τους :

- Γυάλινος σωλήνας με δύο ηλεκτρόδια, στα οποία εφαρμόζεται υψηλή τάση.
- Περιέχει αέριο σε πολύ χαμηλή πίεση.
- Η άνοδος είναι από δύσστηκτο μέταλλο για να μη λιώνει.



- Η κάθοδος θερμαίνεται και εκπέμπει ηλεκτρόνια.
- Όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία της καθόδου τόσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των ηλεκτρονίων που εκπέμπονται στην μονάδα του χρόνου.
- **Οι ακτίνες X παράγονται, όταν ηλεκτρόνια μεγάλης ταχύτητας, που έχουν επιταχυνθεί από υψηλή τάση, προσπίπτουν σε μεταλλικό στόχο.**

➤ **Φύση των ακτίνων X**

Είναι αόρατη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, που έχει μήκη κύματος πολύ μικρότερα από αυτά των ορατών ακτινοβολιών.

➤ **Φάσμα των ακτίνων X :**

- Είναι **σύνθετο**, αποτελούμενο από ένα συνεχές φάσμα πάνω στο οποίο εμφανίζονται μερικές γραμμές (γραμμικό φάσμα).

α. Γραμμικό φάσμα :

- Οφείλεται στις αποδιεγέρσεις των ατόμων της ανόδου.
- Επειδή οι επιτρεπόμενες τιμές των ατόμων της είναι καθορισμένες, οι συχνότητες των φωτονίων που εκπέμπονται θα είναι ορισμένες και είναι **χαρακτηριστικές του υλικού** της ανόδου.

Επειδή η ενέργεια που απαιτείται για την διέγερση των ατόμων της ανόδου είναι μεγάλη πρέπει τα ηλεκτρόνια να έχουν επιταχυνθεί από μεγάλη τάση.

β. Συνεχές Φάσμα :

- Ένα ηλεκτρόνιο μπορεί να επιβραδυνθεί εξαιτίας της αλληλεπίδρασής του με τα άτομα του στόχου.
- Έτσι μπορεί να χάσει οποιοδήποτε μέρος της ενέργειάς του,
- Οπότε τα φωτόνια που εκπέμπονται θα έχουν ενέργεια μικρότερη ή ίση της αρχικής ενέργειας του ηλεκτρονίου, άρα το φάσμα της ακτινοβολίας αυτής θα είναι συνεχές,
- Το μικρότερο μήκος κύματος της ακτινοβολίας εκπέμπεται όταν όλη η ενέργεια ενός ηλεκτρονίου μετατρέπεται σε ενέργεια ενός φωτονίου σε μια μόνο κρούση.
- Το ελάχιστο μήκος κύματος εξαρτάται μόνο από την τάση που εφαρμόζεται μεταξύ ανόδου και καθόδου.

$$\text{(ΘΜΚΕ)} : \frac{1}{2}mU^2 = eV \quad (= h \cdot f = hc/\lambda = E_i - E_f)$$

➤ **Απορρόφηση των ακτίνων X :**

1. **Φύση** του υλικού
Όσο μεγαλύτερος είναι ο ατομικός αριθμός των ατόμων του υλικού που απορροφά την ακτινοβολία τόσο μεγαλύτερη είναι η απορρόφησή της. Τα οστά απορροφούν περισσότερο από τους ιστούς.
2. **Πάχος** του υλικού.
Όσο μεγαλύτερο το πάχος του υλικού τόσο μεγαλύτερη απορρόφηση.
3. **Μήκος κύματος** της ακτινοβολίας
Όσο μεγαλύτερο το μήκος κύματος της ακτινοβολίας τόσο μεγαλύτερη η απορρόφησή της. Μικρά μήκη κύματος (**σκληρές ακτίνες**) πιο διεισδυτικές, ενώ μεγάλα μήκη κύματος (**μαλακές ακτίνες**) λιγότερο διεισδυτικές.

➤ **Χρήσεις των ακτίνων X :**

1. **Στην Ιατρική**

α. **Ακτινογραφία** – Ακτινοσκόπηση

β. Αυτοματοποιημένη **αξονική τομογραφία** (η πηγή παράγει αποκλίνουσα δέσμη) και οι εξερχόμενες ακτίνες ανιχνεύονται με διάταξη ανιχνευτών.

2. **Στην βιομηχανία**

Διαπιστώνεται η ύπαρξη κοιλοτήτων, ραγισμάτων ή άλλων **ελαττωμάτων** στο εσωτερικό μεταλλικών αντικειμένων (προκαλούν μικρότερη απορρόφηση).

➤ **Βιολογικές βλάβες :**

- Η απορρόφησή τους από τους ιστούς **διασπά τους μοριακούς δεσμούς**, δημιουργεί **ενεργές ελεύθερες ρίζες**, που διαταράσσουν τη **μοριακή δομή** των πρωτεϊνών και ειδικά του γενετικού υλικού (**DNA**).
- Κύτταρο που έχει υποστεί βλάβη αλλά δεν έχει νεκρωθεί μπορεί να δώσει πολλές γενεές μεταλλαγμένων κυττάρων (**καρκίνος**).
- Μεταβολή στα **γενετικά κύτταρα** μπορεί να προκαλέσει τερατογένεση.