

# ΦΥΣΙΚΗ

## ΔΙΑΛΕΞΗ 1: ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΑΤΟΜΟΥ

Διδάσκων

Ευθύμιος Τάγαρης

Φυσικός, Δρ Περιβαλλοντικών Επιστημών

# ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΝΑΚΑΛΥΨΗΣ

## 1.Νόμος ηλεκτρόλυσης Faraday

Απέδειξε πειραματικά

Στην ηλεκτρόλυση η μάζα του στοιχείου που ελευθερώνεται σε ένα ηλεκτρόδιο είναι ανάλογη από το μεταφερόμενο φορτίο, το ατομικό βάρος και αντιστρόφως ανάλογη προς το σθένος του

Αποδείχθηκε

Η ύλη αποτελείται από μόρια, τα οποία αποτελούνται από άτομα

Το φορτίο είναι κβαντωμένο

Τα άτομα αποτελούνται από θετικά και αρνητικά φορτία άγνωστης μάζας

2. Η διαπίστωση ότι οι καθοδικές ακτίνες είναι ηλεκτρόνια και η μέτρηση του λόγου  $q/m$  από τον Thompson

Αποδείχθηκε

Τα άτομα αποτελούνται από ηλεκτρόνια

Ατομικό Πρότυπο Thompson

“Σταφιδόψωμο”

### 3. Ο ακριβής προσδιορισμός του ηλεκτρικού φορτίου από τον Milikan

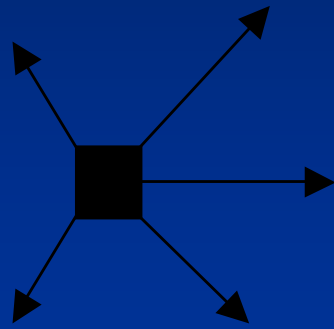
Πείραμα: σταγόνα ελαίου σε ηλεκτρικό πεδίο πυκνωτή

Από το λόγο  $e/m$  υπολόγισε και τη μάζα ηλεκτρονίου



## 4. Το πυρηνικό μοντέλο Rutherford και των Geiger και Maraden

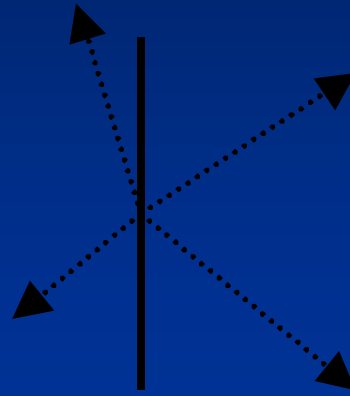
Πείραμα: Σκέδαση σωματίων α από λεπτό φύλλο χρυσού



Ραδιενεργό  
υλικό



Μόλυβδος



Λεπτό φύλλο  
χρυσού



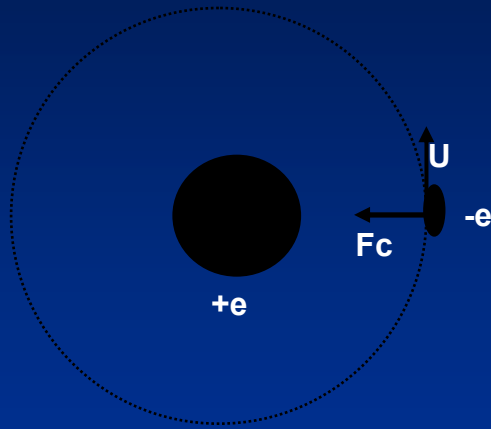
Οθόνη Θειούχου  
ψευδαργύρου



Αν το πρότυπο Thomson σωστό:  
Εκτροπή έως  $1^\circ$  λόγω ηλεκτρικού πεδίου

Πειραματικά: Εκτροπή σε μεγάλες γωνίες (έως  $180^\circ$ )

Εξήγηση: Πλανητικό ατομικό πρότυπο  
Ύπαρξη πυρήνα  
Περιστροφή ηλεκτρονίων



$$F_c = F_k$$

$$U = e / (4\pi\epsilon_0 m r)^{1/2}$$

$$K = e^2 / (8\pi\epsilon_0 r)$$

$$V = -e^2 / (4\pi\epsilon_0 r)$$

$$E_{\text{ολ}} = -e^2 / (8\pi\epsilon_0 r)$$



# Προβλήματα από το πρότυπο Rutherford

Σε ασυμφωνία με την ηλεκτρομαγνητική θεωρία  
ΕΠΙΤΑΧΥΝΟΜΕΝΑ ΦΟΡΤΙΑ ΕΚΠΕΜΠΟΥΝ  
ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΜΕ ΜΟΡΦΗ  
ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ

- Γραμμικά φάσματα
- Το  $e$  θα “έπεφτε” στον πυρήνα

Η ΙΣΧΥΣ ΤΗΣ ΚΛΑΣΣΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ  
ΕΛΑΤΤΩΝΕΤΑΙ ΚΑΘΩΣ ΕΛΑΤΤΩΝΟΝΤΑΙ  
ΟΙ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ  
ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ (ΜΙΚΡΟΚΟΣΜΟΣ).  
ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΛΑΒΟΥΜΕ ΥΠ' ΟΨΙΝ ΚΑΙ ΤΗ  
ΣΩΜΑΤΙΔΙΑΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ  
ΚΥΜΑΤΩΝ ΑΛΛΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΚΥΜΑΤΙΚΗ  
ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ

# ΑΤΟΜΙΚΟ ΠΡΟΤΥΠΟ ΒΟΗΡ

1. Το ηλεκτρόνιο περιστρέφεται γύρω από τον πυρήνα λόγω δύναμης Coulomb
2. Επιτρεπόμενες τροχιές: Στροφορμή κβαντισμένη ( $L=nh/2\pi$  ( $L= mvr$ ) με  $n=1,2,\dots$ )
3. Όταν το ηλεκτρόνιο κινείται σε μια τροχιά δεν ακτινοβολεί, αλλά ακτινοβολία εκπέμπεται όταν μεταπηδάει από μια τροχιά υψηλότερης σε μια τροχιά χαμηλότερης ενέργειας ( $E_i-E_f=hf$ )

$$F_c = F_k \dots \dots \dots :$$

$$mvr = nh/2\pi \dots \dots \dots :$$

$$r_n = n^2 h^2 \epsilon_0 / \pi m e^2 \quad n = 1, 2, \dots$$

$$E_{o\lambda} = -e^2 / (8\pi \epsilon_0 r)$$

$$E_n = - me^4 / 8\epsilon_0^2 h^2 n^2 \quad n = 1, 2, \dots$$

$$r_n = n^2 r_1$$

$$E_n = E_1 / n^2$$

# Συχνότητα εκπεμπόμενης ακτινοβολίας

$$E_i - E_f = hf$$

$$E_1 / n_i^2 - E_1 / n_f^2 = hf$$

$$f = - E_1 (1/n_f^2 - 1/n_i^2) / h$$

Λόγω κίνησης του πυρήνα ( και ο πυρήνας  
περιστρέφεται)  $E_n = (m'/m) E_1/n^2$

$$\text{όπου } m' = m_e M_{\pi} / (m_e + M_{\pi})$$

# Αρχή αντιστοιχίας (Bohr)

Η κβαντική φυσική δίνει τα ίδια αποτελέσματα με την κλασική φυσική στο όριο των μεγάλων αριθμών

## Κβαντική φυσική:

Συχνότητα εκπεμπόμενης ακτινοβολίας

$$f = - E_1 (1/n_f^2 - 1/n_i^2) / h$$

Αν  $n_i = n$

και  $n_f = n - p$  ( $p = 1, 2, \dots$ )

$$f = - E_1 (1/(n-p)^2 - 1/n^2) / h$$

$$f = - E_1 (2np - p^2) / ((n-p)^2 n^2 h)$$

Όμως  $n \gg p$   
 $(2np - p^2) \sim 2np$   
 $(n-p) \sim n$

$$f = - E_1 (2p) / (n^3 h)$$

## Κλασική φυσική:

Όταν ηλεκτρόνιο κινείται σε τροχιά ακτινοβολεί ηλεκτρομαγνητικά κύματα με συχνότητες ίσες των συχνοτήτων περιστροφής και των αρμονικών αυτής της συχνότητας δηλαδή των ακεραίων πολλαπλάσιων της

Δείξαμε: ταχύτητα περιστροφής ηλεκτρονίου  $U=e/(4\pi\epsilon_0mr)^{1/2}$

Όμως  $U=2\pi rf$

$$f=U/(2\pi r)$$

$$f=e/2\pi (4\pi\epsilon_0mr^3)^{1/2}$$

Επειδή  $r_n=n^2h^2\epsilon_0/\pi me^2$

$$f= -2 E_1 / (h n^3)$$



# Εκπεμπόμενη ακτινοβολία

Κλασική προσέγγιση:  $f = -2 E_1 / (h n^3)$

και οι αρμονικές της

Κβαντική προσέγγιση:  $f = - (2p) E_1 / (h n^3)$

Για  $p=1$  αρχική (θεμελιώδη συχνότητα)

Για  $p=2,3,4\dots$  αρμονικές συχνότητες

Άρα η κλασική και η κβαντική προσέγγιση του ατόμου δίνουν τις ίδιες προβλέψεις στα όρια των μεγάλων αριθμών

Κβαντικός αριθμός  $n=10000$  αντιστοιχεί σε τροχιά διαμέτρου περίπου 1cm.

Τα κβαντικά φαινόμενα εντελώς αφανή σε τέτοια τροχιά.

Τέτοια άτομα υδρογόνου αν και δεν απαγορεύονται από τη θεωρία στην πράξη δεν υπάρχουν καθώς οι ενέργειες τους είναι πολύ κοντά στην ενέργεια ιονισμού