

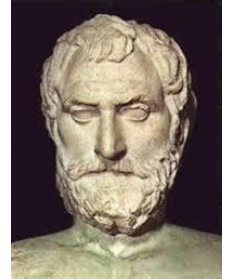
Ασκήσεις

1. Πως μπορούμε να μετατρέψουμε την %w/w σε % w/v περιεκτικότητα;
2. Ποιά είναι η μοριακότητα (M) διαλύματος HCl εμπορίου 37% w/w και πυκνότητας $\rho=1.19 \text{ g/cm}^3$
3. Ποιά είναι η μοριακότητα (M) διαλύματος NH_3 εμπορίου 25% w/w και πυκνότητας $\rho=0.91 \text{ g/cm}^3$
4. Σε τι μονάδες αντιστοιχεί το ppm;
5. Σε τι μονάδες αντιστοιχεί το ppb;
6. Ποια είναι η μοριακότητα ενός διαλύματος HCOOH 0,5N;
7. Υπολογίστε την κανονικότητα 49 g H_2SO_4 σε υδατικό διάλυμα όγκου 450 mL. Δίνεται το $M_r = 98 \text{ g/mole}$.

Ιστορική Αναδρομή

Θαλής ο Μιλήσιος (600 π.Χ.)

Όλες οι μορφές της **ύλης** προέρχονται από το **νερό**.



Εμπεδοκλής (500 π.Χ.)

Τα πάντα είναι συνδυασμοί της **γης** του **νερού** του **αέρα** και της **φωτιάς**.



Λεύκιππος (440 π.Χ.)

Ο συνεχής **τεμαχισμός** ενός **υλικού** οδηγεί τελικά στο **θεμελιώδη δομικό λίθο** της ύλης.



Ιστορική Αναδρομή



Η ιδέα του ατόμου αναπτύχθηκε από τον Δημόκριτο, μαθητή του Λεύκιππου, το 400 π.Χ.

- Η **ύλη** αποτελείται από **μικροσκοπικά, αόρατα σωματίδια**, τα οποία **δεν μπορούν να διασπαστούν** σε μικρότερα σωματίδια.
- Τα ονόμασε **άτομα**, από τη λέξη «άτμητα».
- Τα σωματίδια διαφέρουν ως προς το **μέγεθος**, το **σχήμα** και το **βάρος**.
- Υπάρχει **κενός χώρος** μεταξύ των ατόμων.
- Τα άτομα βρίσκονται σε **συνεχή κίνηση** μέσα στον κενό χώρο και **συγκρούονται** μεταξύ τους.
- Μετά τη σύγκρουση τα άτομα μπορούν να **αποχωριστούν** ή να **ενωθούν**.

20 αιώνες μετά (το 1803) ο Άγγλος φυσικός - χημικός Dalton διατύπωσε την ατομική θεωρία

Ατομική Θεωρία του Dalton (1803)

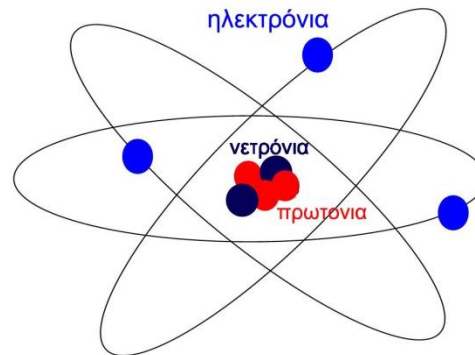


Η ύλη αποτελείται από μικροσκοπικά σωματίδια, τα **άτομα**.

- Τα **άτομα** κάθε στοιχείου είναι απολύτως **όμοια** και **διαφορετικά** από τα άτομα των **άλλων στοιχείων**.
- Οι **χημικές ενώσεις** αποτελούνται από **άτομα** που **ενώνονται** με **σταθερή αναλογία**, π.χ. το H_2O είναι μία ένωση των ατόμων υδρογόνου και οξυγόνου σε σταθερή αναλογία 2 προς 1.
- Τα άτομα **δεν τεμαχίζονται**, **δεν δημιουργούνται** και **δεν καταστρέφονται**.
- **Χημική αντίδραση** είναι η **αναδιάταξη** των **ατόμων** που οδηγεί στον **σχηματισμό νέων ενώσεων**.

Ατομική Θεωρία του Dalton

Παρόλο που η θεωρία αυτή αποτελεί το θεμέλιο λίθο στην ανάπτυξη της χημείας, μεταγενέστερες πειραματικές μελέτες απέδειξαν ότι τα άτομα δεν είναι ούτε συμπαγή, ούτε αδιαίρετα, αλλά αποτελούνται από υποατομικά σωματίδια τα οποία διακρίνονται σε ηλεκτρόνια (e), πρωτόνια (p) και νετρόνια (n).



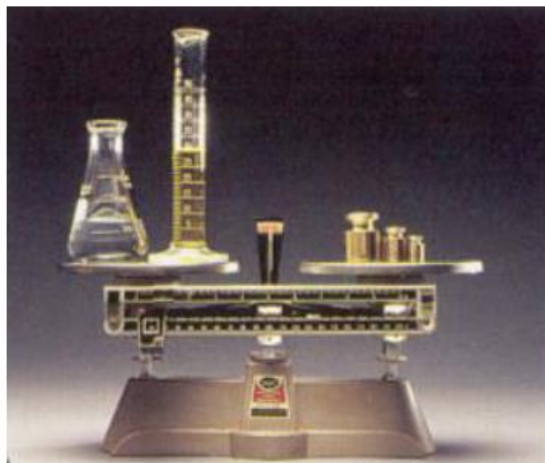
35 διαφορετικά ασταθή υποατομικά σωματίδια (μεσόνια, ποζιτρόνια, νεutrίνο, quark κ.λπ.)

Θεμελιώδεις Νόμοι της Χημείας

Lavoisier: Ο Νόμος διατήρησης της Μάζας (1774)



(1743-1794)



Πριν την αντίδραση



Μετά την αντίδραση

- Η συνολική μάζα παραμένει σταθερή κατά τη διάρκεια μιας χημικής αντίδρασης.

Θεμελιώδεις Νόμοι της Χημείας

Proust: Ο Νόμος ορισμένων αναλογιών (1799)



(1754-1826)

- Μία χημική ένωση περιέχει πάντα την ίδια αναλογία μάζας των στοιχείων που την αποτελούν.

Παράδειγμα: Όταν 1,375 g CuO ανάγονται με θέρμανση παρουσία ρεύματος υδρογόνου, παρασκευάζεται μεταλλικός χαλκός μάζας 1,098 g. Επίσης, όταν 1,179 g Cu οξειδώνονται σε διάλυμα HNO_3 , το παραγόμενο άλας $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ μετατρέπεται σε CuO με ισχυρή θέρμανση, μάζας 1,476 g. Δείξτε ότι αυτά τα αποτελέσματα αποδεικνύουν το Νόμο ορισμένων αναλογιών.

Θεμελιώδεις Νόμοι της Χημείας



(1766-1844)

Dalton: Ο Νόμος απλών πολλαπλάσιων ή πολλαπλών αναλογιών (1803)

➤ Όταν δύο στοιχεία A και B αντιδρούν προς σχηματισμό διαφορετικών ενώσεων, οι μάζες του στοιχείου A που αντιδρούν κάθε φορά με την ίδια μάζα από το στοιχείο B, βρίσκονται σε σχέση απλής αναλογίας μεταξύ τους.

Παραδείγματα:

1) CO και CO₂

2) Το H και το O είναι γνωστό ότι σχηματίζουν 2 ενώσεις. Η περιεκτικότητα σε H στην πρώτη ένωση είναι 5,93% και στη δεύτερη 11,20%. Δείξτε την επαλήθευση του νόμου απλών πολλαπλάσιων με τα συγκεκριμένα αποτελέσματα.

Θεμελιώδεις Νόμοι της Χημείας

Richter: Ο Νόμος ισοδύναμων Μαζών (1792)



(1762-1807)

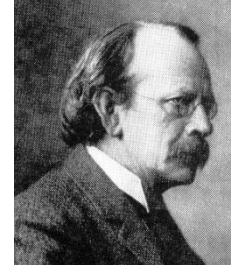
- Όταν 2 στοιχεία ενώνονται με την ίδια μάζα τρίτου στοιχείου, τότε η αναλογία μαζών τους είναι ίδια ή απλό πολλαπλάσιο της αναλογίας με την οποία ενώνονται μεταξύ τους.

1 g Na ενώνεται με $\begin{cases} \nearrow 1,54 \text{ g Cl προς NaCl} \\ \searrow 5,52 \text{ g I προς NaI} \end{cases}$

$$5,52/1,54=3,58$$

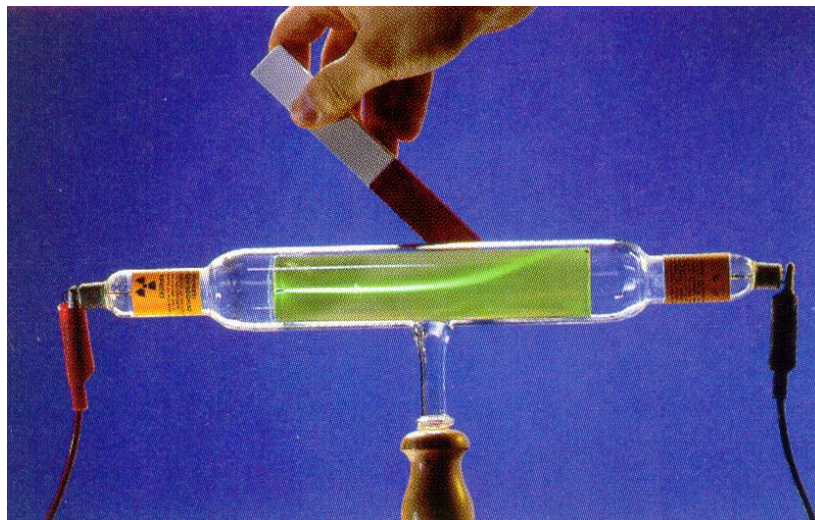
1 g I ενώνεται με $\longrightarrow 0,28 \text{ g Cl προς ICl}$
 $1/0,28= 3,58$

$$3,58/3,58 = 1$$

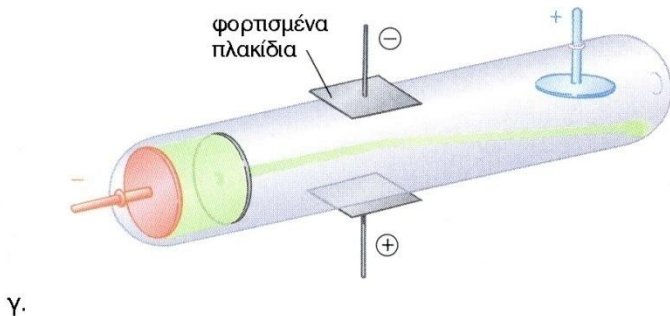
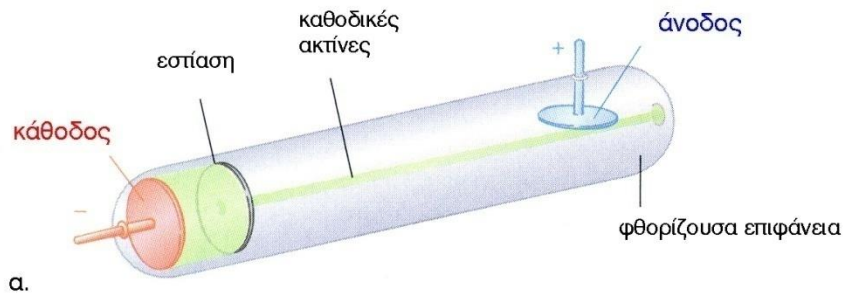


Το ηλεκτρόνιο

Το 1897 ο Άγγλος φυσικός **Thomson** ανακάλυψε ότι η εφαρμογή **υψηλού δυναμικού** σε σωλήνα υψηλού κενού που περιέχει δύο **ηλεκτρόδια** προκαλεί ηλεκτρικές εκκενώσεις μεταξύ των δύο ηλεκτροδίων και εκπέμπεται ένα πράσινο φως (**καθοδικές ακτίνες**) από την κάθοδο. Αυτές οι **καθοδικές ακτίνες**, αποτελούμενες από στοιχειώδη σωματίδια, τα οποία ο Thomson ονόμασε **ηλεκτρόνια**, κινούνται προς την άνοδο.

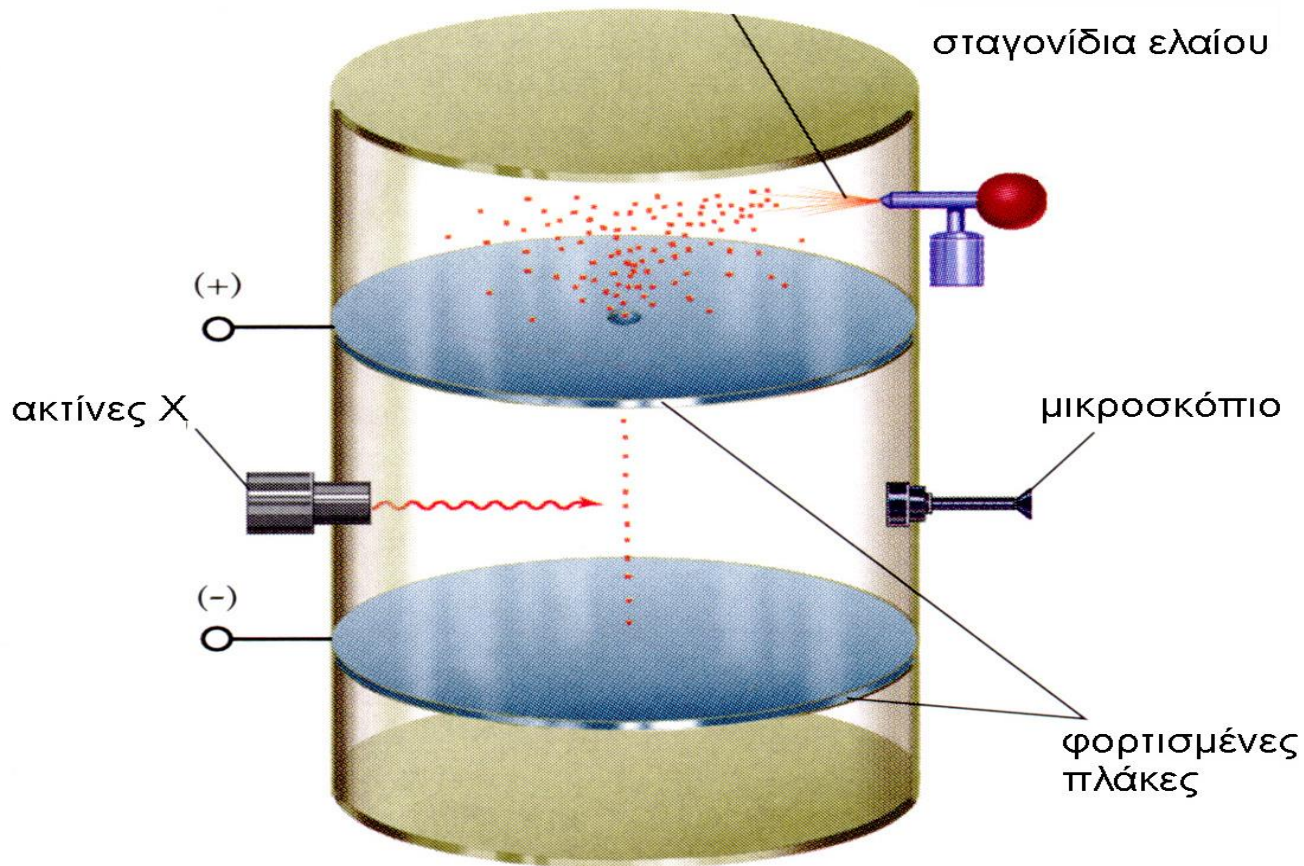


Το ηλεκτρόνιο



Ο Thomson κάνοντας μία σειρά τέτοιων πειραμάτων διερεύνησε τη φύση των ηλεκτρονίων και προσδιόρισε το **λόγο φορτίου προς μάζα** του ηλεκτρονίου e/m ($1,75882 \cdot 10^8 \text{ C g}^{-1}$).

Πείραμα Millikan



- Το **ηλεκτρικό φορτίο** του ηλεκτρονίου είναι ίσο με τη μονάδα του στοιχειώδες αρνητικού φορτίου, $1,60218 \cdot 10^{-19} \text{ C}$,
- και η **μάζα** του με $9,10940 \cdot 10^{-28} \text{ g}$.

Το πρωτόνιο

- Το 1886 ο Γερμανός **Goldstein** ανακάλυψε στους σωλήνες των καθοδικών ακτίνων την ύπαρξη δέσμης θετικά φορτισμένων σωματιδίων που ονόμασε **θετικές ακτίνες**.
- Η θετική αυτή δέσμη σωματιδίων **κινείται** ευθύγραμμα από την **άνοδο προς την κάθοδο** (αντίθετα δηλαδή προς τις καθοδικές ακτίνες) και **εκτρέπεται επίσης αντίθετα** από τις καθοδικές ακτίνες από ένα ηλεκτρικό πεδίο.

Το πρωτόνιο

- Όταν στους σωλήνες των καθοδικών ακτίνων υπήρχε μερική πίεση αέριου υδρογόνου τότε οι θετικές ακτίνες που δημιουργούνταν αποτελούνταν από πρωτόνια (H^+). Το πρωτόνιο δηλαδή είναι αυτό που απομένει από το άτομο του υδρογόνου αφού απομακρυνθεί το μοναδικό του ηλεκτρόνιο.
- Με ανάλογα πειράματα που έγιναν για το ηλεκτρόνιο προσδιορίστηκε ο λόγος φορτίου προς μάζα του πρωτονίου e/m ($9,7591 \cdot 10^4 \text{ C g}^{-1}$). Το ηλεκτρικό φορτίο του πρωτονίου είναι ίσο με τη μονάδα του στοιχειώδες θετικού φορτίου, $1,60218 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, και η μάζα του με $1,6726 \cdot 10^{-24} \text{ g}$.
- Η μάζα του πρωτονίου είναι σχεδόν 1837 φορές μεγαλύτερη από τη μάζα του ηλεκτρονίου.



Το νετρόνιο

- Η ανακάλυψη του νετρονίου έγινε πολύ αργότερα, το 1932 από τον Άγγλο Chadwick λόγω της ηλεκτρικής ουδετερότητας του σωματιδίου αυτού, πράγμα που καθιστούσε δύσκολη την ταυτοποίησή του.
- Κατά το βομβαρδισμό ορισμένων ελαφριών στοιχείων, όπως του βηρυλλίου (Be), με ακτίνες α (πυρήνες Ηλίου), εκπέμπεται μία πολύ ισχυρή και διεισδυτική ακτινοβολία, η οποία αποτελείται από ουδέτερα σωματίδια, τα νετρόνια, με μάζα ίση περίπου αυτής των πρωτονίων, τα οποία αποτελούν προϊόντα της ακόλουθης πυρηνικής αντίδρασης.



- Η μάζα του νετρονίου, που προσδιορίστηκε με βάση την παραπάνω αντίδραση των σωματιδίων της αντίδρασης, είναι ίση με $1,6750 \cdot 10^{-24} \text{ g}$. Μάζα n = 1,0067 x μάζα p.

Η ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΑΤΟΜΟΥ

Ατομικός αριθμός (Z)

αριθμός πρωτονίων του πυρήνα

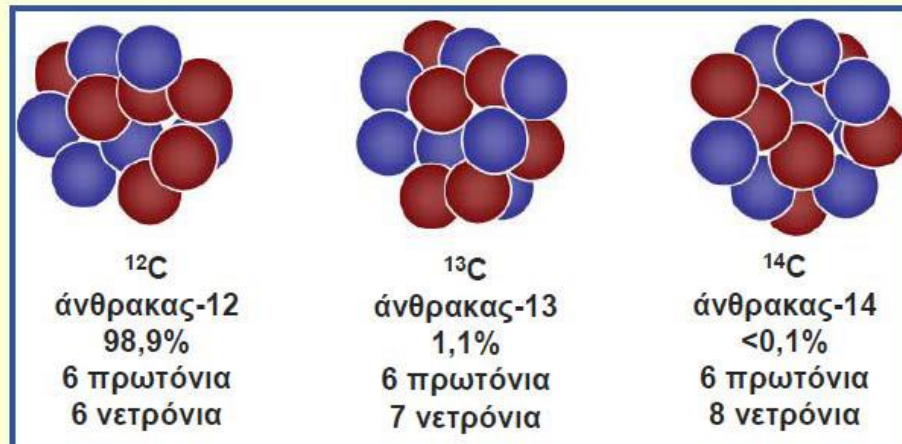
Μαζικός αριθμός (A)

αριθμός πρωτονίων και νετρονίων του πυρήνα



Ισότοπα

Άτομα των οποίων οι πυρήνες έχουν τον ίδιο ατομικό, αλλά διαφορετικό μαζικό αριθμό



Ασκήσεις

1) Ποιο είναι το νουκλιδικό σύμβολο για τον πυρήνα που περιέχει 34 πρωτόνια και 45 νετρόνια;

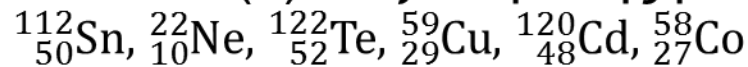
Στοιχείο	p	n
A	18	19
B	16	19
Γ	18	18
Δ	17	20

2) Έχετε τα δεδομένα του διπλανού πίνακα.

i) Ποιο άτομο είναι ισότοπο του A;

ii) Ποιο άτομο έχει τον ίδιο μαζικό αριθμό με το A;

3) Να κατατάξετε τα παρακάτω ισότοπα κατά σειρά (i) αυξανόμενου αριθμού ηλεκτρονίων, (b) αυξανόμενου αριθμού νετρονίων και (c) αυξανόμενης μάζας.



4) Δίνονται τα νουκλίδια:



Ποια από αυτά είναι ισότοπα; Ποια ισοβαρή; Από ποια στοιχειώδη σωματίδια αποτελείται το νουκλίδιο ${}_{56}^{136}\text{Ba}^{2+}$;

Ασκήσεις

5) Ένα μονοατομικό ιόν έχει φορτίο $+3$. Το αντίστοιχο άτομο έχει μαζικό αριθμό 45. Ο αριθμός νετρονίων του πυρήνα είναι 1,142 φορές μεγαλύτερος από τον αριθμό των πρωτονίων. Πόσα ηλεκτρόνια έχει το ιόν; Για ποιο στοιχείο πρόκειται;

Θεωρίες περί ατομικών προτύπων

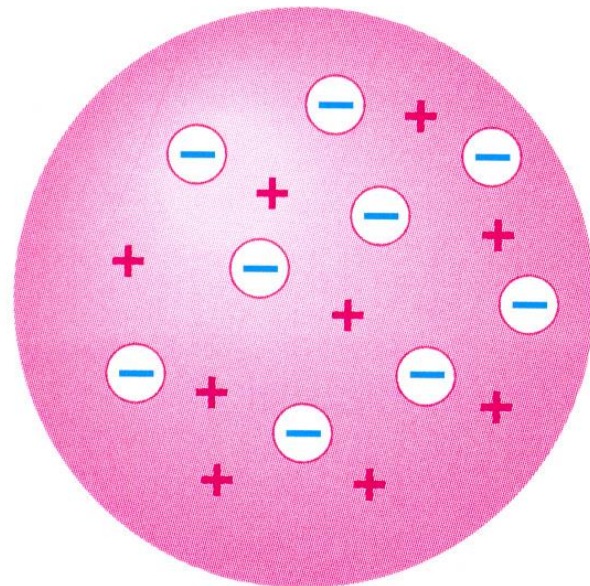
- Από την στιγμή που ταυτοποιήθηκε η ύπαρξη αυτών των υποατομικών σωματιδίων άρχισαν να διατυπώνονται διάφορες θεωρίες σχετικά με το πως αυτά τα σωματίδια συμμετέχουν στη δημιουργία του ατόμου.
- Thomson (1898)
- Rutherford (1911)

Ατομικό μοντέλο του Thomson (1898)

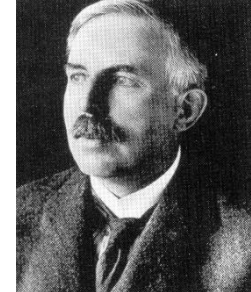


- Το άτομο αποτελείται από θετικά και αρνητικά σωματίδια.
- Το θετικό φορτίο είναι ομοιόμορφα συγκεντρωμένο πάνω στην επιφάνεια μίας σφαίρας, μέσα στην οποία κινούνται τα ηλεκτρόνια

ατομικό μοντέλο σταφιδόψωμου

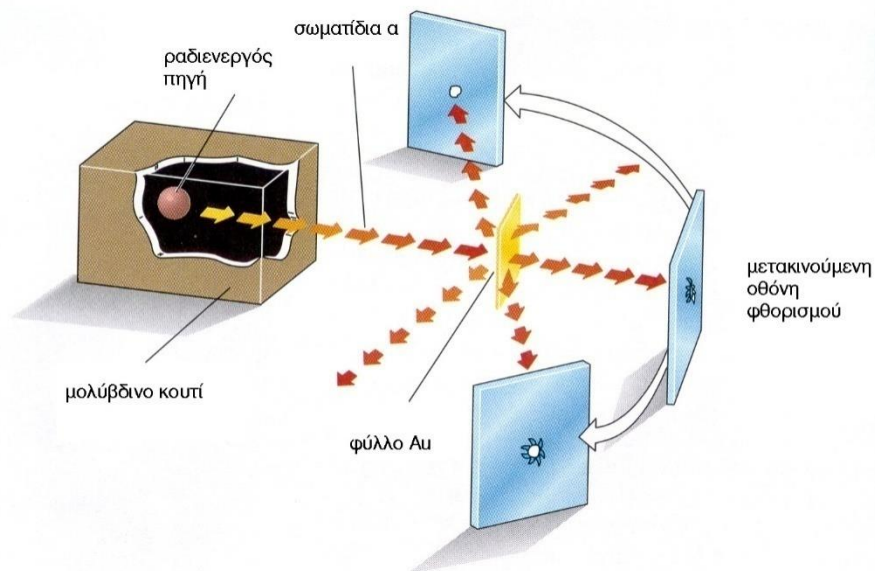


Ατομική Θεωρία του Rutherford (1911)



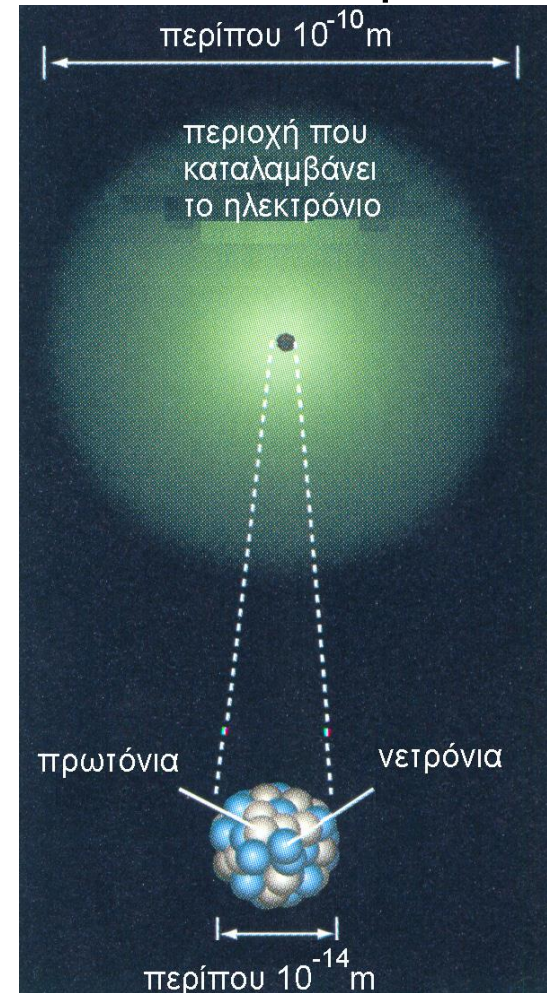
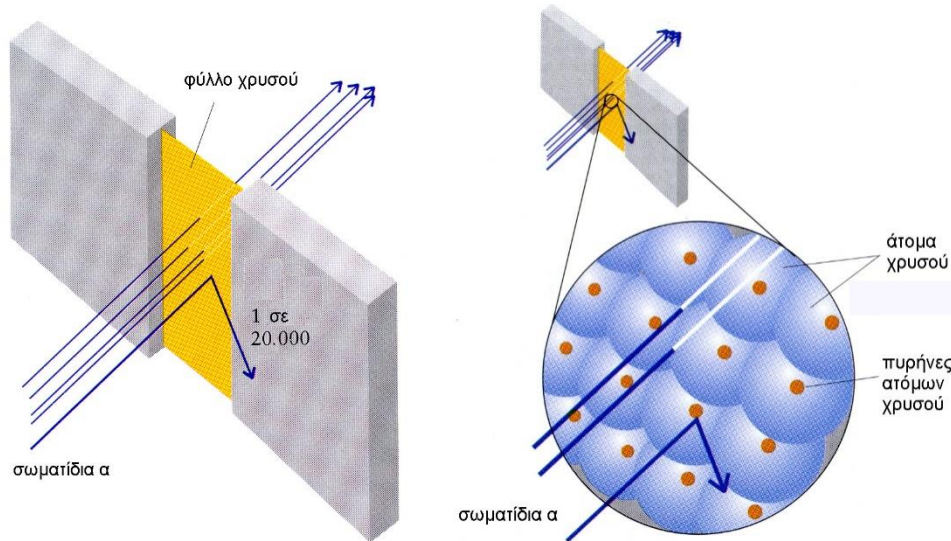
- Ο Νέοζηλανδός φυσικός **Rutherford** διεξήγαγε πειράματα βομβαρδισμού χρυσού με ακτίνες α και παρατήρησε την σκέδαση των σωματίων α πάνω σε μία φθορίζουσα οθόνη.
- Τα πιο πολλά από τα σωματρία α περνούσαν μέσα από το φύλλο του χρυσού ανεπηρέαστα (περίπου 99.9%)
 - 1 στα 1000 απέκλινε σημαντικά της ευθύγραμμης πορείας.
 - Ένας πολύ μικρότερος αριθμός εκτρεπόταν σχεδόν προς τα πίσω.

Πείραμα των Geiger-Marsden



Ατομική Θεωρία του Rutherford (1911)

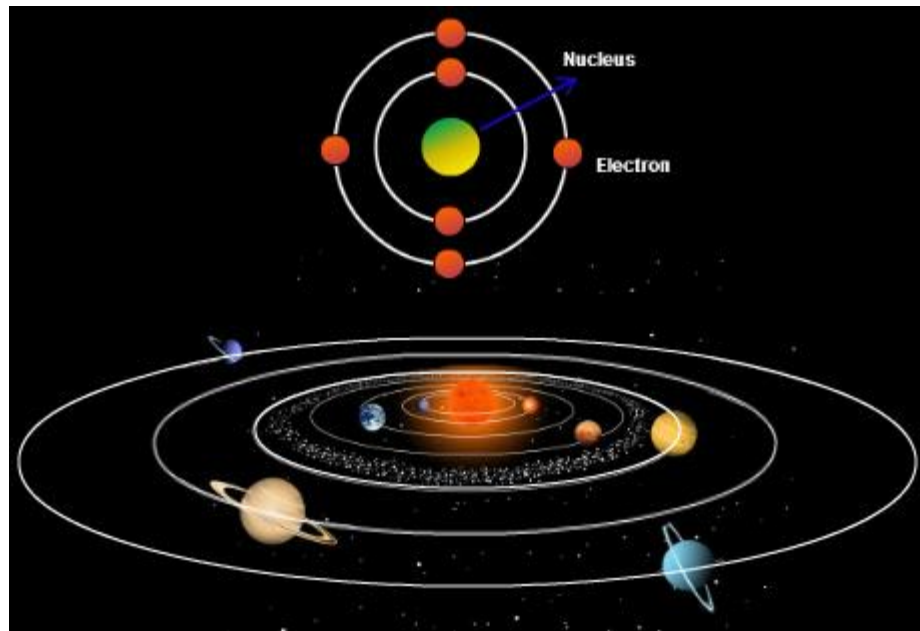
- Η σκέδαση των σωματίων α οφείλεται στον θετικά φορτισμένο πυρήνα του ατόμου του χρυσού, που είναι στο κέντρο του ατόμου



Ατομικό πρότυπο Rutherford – Πλανητικό Σύστημα

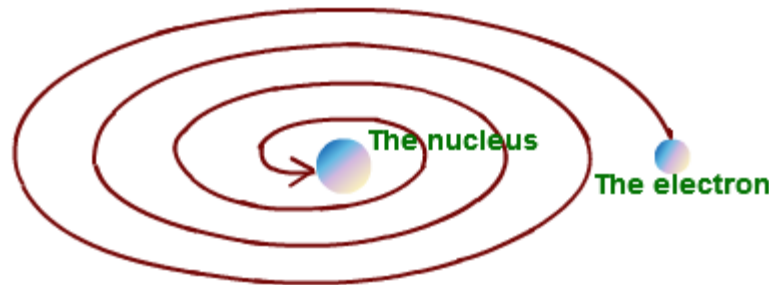
Ο **πυρήνας**, στον οποίο είναι συγκεντρωμένη όλη σχεδόν η μάζα και το θετικό φορτίο του ατόμου, καταλαμβάνει τη θέση του **ήλιου**

Τα **ηλεκτρόνια** κατέχουν τη θέση των **πλανητών** και κινούνται σε τυχαίες κυκλικές τροχιές.



Ατομικό πρότυπο Rutherford – Πλανητικό Σύστημα

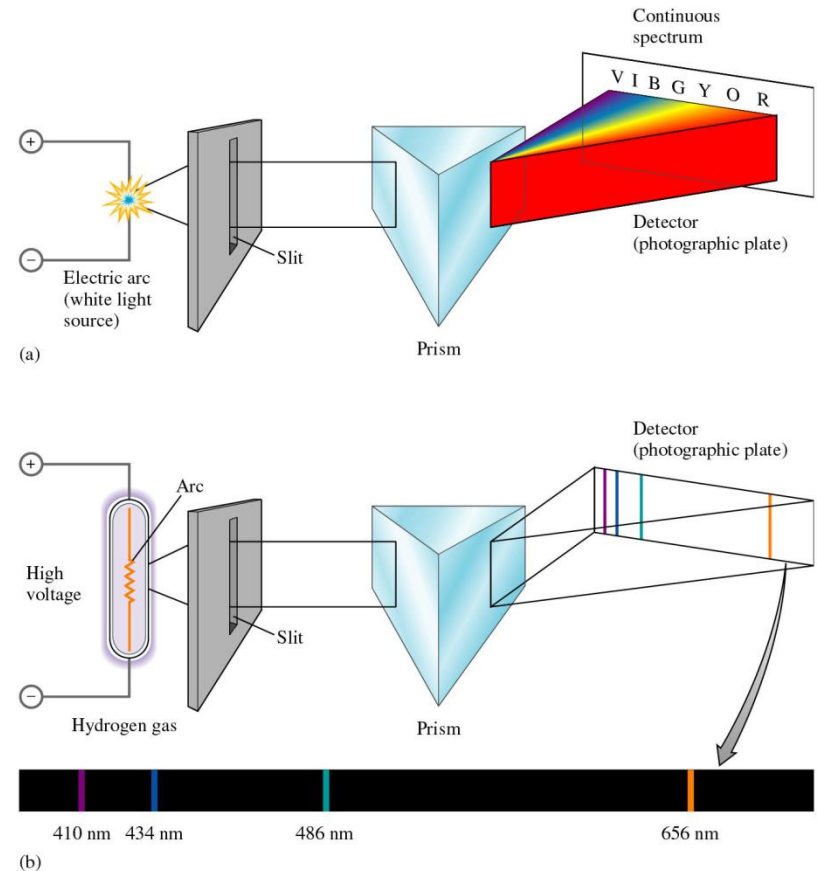
- Μειονεκτήματα
- Τα ηλεκτρόνια κινούμενα με επιταχυνόμενη κίνηση θα έπρεπε (Maxwell) να εκπέμπουν συνέχεια ενέργεια με μορφή ακτινοβολίας και έτσι διαγράφοντας ελικοειδή τροχιά τελικά να προσπίπτουν στον πυρήνα.



Ατομικό πρότυπο Rutherford – Πλανητικό Σύστημα

Μειονεκτήματα

- Η συνεχόμενη μείωση της ενέργειας των ηλεκτρονίων θα είχε ως συνέπεια τη συνεχή μείωση της συχνότητας της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας με συνέπεια τα φάσματα εκπομπής των ατόμων να είναι συνεχή κάτι το οποίο δεν παρατηρείται. Τα φάσματα εκπομπής των ατόμων είναι γραμμικά.





Ατομικό πρότυπο του Bohr (1913)

πρώτη συνθήκη του Bohr (μηχανική συνθήκη)

- τα ηλεκτρόνια κινούνται σε ορισμένες μόνο κυκλικές τροχιές, οι οποίες έχουν καθορισμένες ενέργειες δηλαδή είναι κβαντισμένες ενεργειακά. Η στροφορμή των ηλεκτρονίων είναι ακέραια πολλαπλάσια του $h/2\pi$ σύμφωνα με τη συνθήκη:

$$m u r = n h/2\pi$$

- Η ολική ενέργεια του ηλεκτρονίου (άθροισμα κινητικής και δυναμικής ενέργειας) στο άτομο του υδρογόνου δίνεται από τη σχέση:

$$E_n = (- 2,18 \cdot 10^{-18}/n^2) \text{ J}$$

Ατομικό πρότυπο του Bohr (1913)

Δεύτερη συνθήκη του Bohr (οπτική συνθήκη)

- τα ηλεκτρόνια (σε κάθε καθορισμένη τροχιά) έχουν καθορισμένη ενέργεια και κατά τη κίνησή τους δεν εκπέμπουν ακτινοβολία. Ακτινοβολία εκπέμπεται από το άτομο μόνο όταν ένα ηλεκτρόνιο του μεταπηδήσει από μία τροχιά ορισμένης ενέργειας ($E_{\text{αρχ}}$) σε μία άλλη τροχιά μικρότερης ενέργειας ($E_{\text{τελ}}$).
- Η συχνότητα της ακτινοβολίας που εκπέμπεται κατά την διάρκεια αυτής της μεταπήδησης του ηλεκτρονίου δίνεται από τη ακόλουθη σχέση:

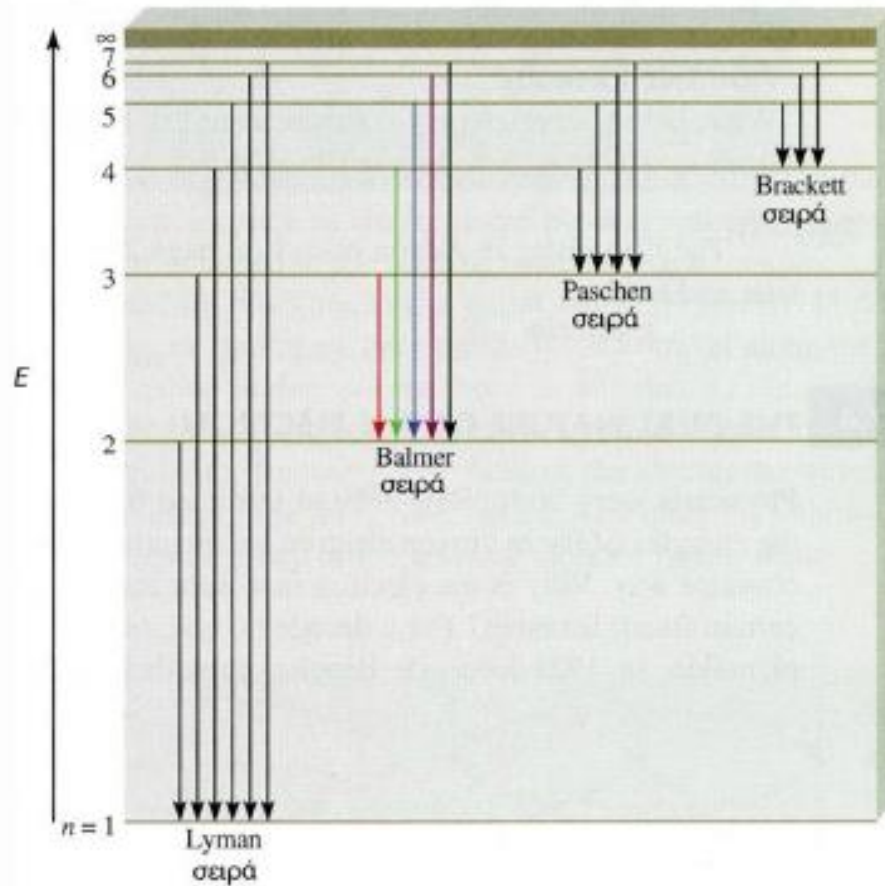
$$\Delta E = |E_f - E_i| = h \nu \quad \Delta E = |2,18 \cdot 10^{-18} \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)| \quad \nu = \left| \frac{-2,18 \cdot 10^{-18}}{h} \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right) \right|$$

Ατομικό πρότυπο του Bohr (1913)

Μειονεκτήματα

- Μπορεί να εξήγησε πλήρως το φάσμα του μονοηλεκτρονιακού ατόμου H και των υδρογονοειδών ιόντων (He^+ και Li^{2+}), **παραταύτα δεν** μπόρεσε να **εφαρμοστεί** με επιτυχία σε πολυηλεκτρονικά άτομα.

Ατομικό πρότυπο του Bohr (1913)



Τύπος Balmer

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

Σταθερά Rydberg

$$R_H = 1.09678 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$$

Ασκήσεις

1. Κατά τη διέγερση ενός ατόμου υδρογόνου, ηλεκτρόνιο μεταπηδά από την ενεργειακή στάθμη με $n = 1$ στην ενεργειακή στάθμη με $n = 4$. Ποια από τα παρακάτω δεδομένα είναι εσφαλμένο;
 - i. Η ενεργειακή στάθμη με $n = 4$ αποτελεί την πρώτη διεγερμένη κατάσταση του ατόμου του υδρογόνου.
 - ii. Χρειάζεται λιγότερη ενέργεια για να ιονιστεί ένα διεγερμένο άτομο υδρογόνου από ότι όταν το άτομο είναι στη θεμελιώδη του κατάσταση.
 - iii. Το ηλεκτρόνιο όταν βρίσκεται σε κατάσταση διέγερσης είναι κατά μέσο όρο πιο μακριά από τον πυρήνα.
 - iv. Η συχνότητα της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας κατά την μετάπτωση ηλεκτρονίου από $n = 4$ σε $n = 3$ είναι μικρότερη αυτής που προκύπτει κατά την μετάπτωση ηλεκτρονίου από $n = 3$ σε $n = 2$.

Ασκήσεις

- 2) Το άτομο του υδρογόνου βρίσκεται στη θεμελιώδη κατάσταση. Πόση ενέργεια πρέπει να απορροφήσει ώστε να μεταβεί στην τροχιά που αντιστοιχεί σε κβαντικό αριθμό $n = 3$;
- 3) Να υπολογιστεί το μήκος κύματος της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας κατά τη μετάπτωση του ηλεκτρονίου από την τροχιά με $n = 4$ στην τροχιά με $n = 2$ στο άτομο του υδρογόνου. Δίνονται: $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.
- 4) Πόση είναι η ελάχιστη ενέργεια που απαιτείται για τον ιοντισμό:
α) του ατόμου του υδρογόνου, β) 1 mol ατόμων υδρογόνου.
- 5) Ποια ηλεκτρονιακή μετάπτωση στο άτομο H, που καταλήγει στην τροχιά $n=5$, θα δώσει φωτόνια μήκους κύματος 3740nm ;
- 6) Για το ηλεκτρόνιο του ατόμου του υδρογόνου δίνονται οι μεταπτώσεις: (α) από την στοιβάδα με $n=4$ στην στοιβάδα με $n=2$ και (β) από την στοιβάδα με $n=5$ στην στοιβάδα με $n=3$. Σε ποια περίπτωση εκπέμπεται περισσότερη ενέργεια;