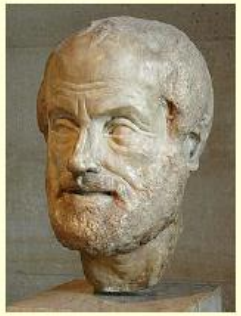
Η ΑΤΟΜΙΚΗ ΥΠΟΘΕΣΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΥ (400 π.χ.)

- ✓ Η ύλη αποτελείται από μικροσκοπικά, αόρατα σωματίδια, τα οποία δεν μπορούν να διασπασθούν σε μικρότερα σωματίδια.
- ✓ Τα σωματίδια διαφέρουν ως προς το μέγεθος, το σχήμα και το βάρος.
- ✓ Υπάρχει κενός χώρος μεταξύ των σωματιδίων.
- ✓ Τα σωματίδια βρίσκονται σε συνεχή κίνηση μέσα στον κενό χώρο και συγκρούονται μεταξύ τους.
- ✓ Μετά τη σύγκρουση τα άτομα μπορούν αν αποχωριστούν ή να ενωθούν.

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Αριστοτέλης

- Απέριψε την ατομική υπόθεση

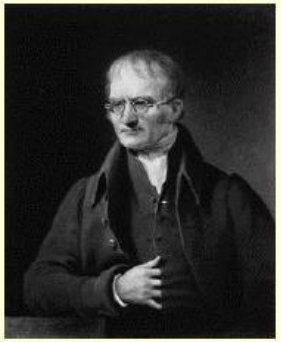


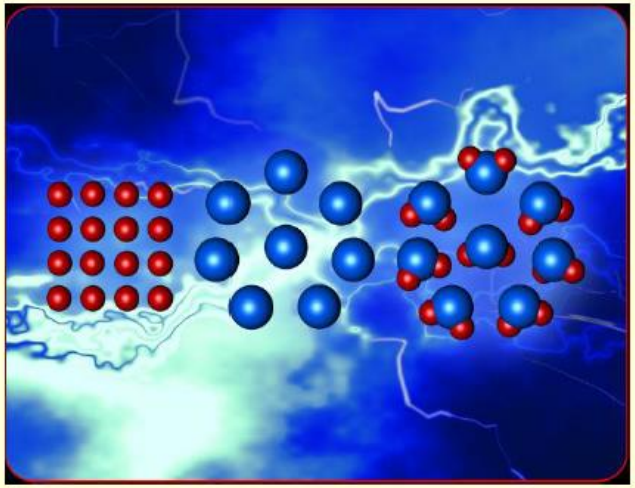
.....

..... ~ 2000 χρόνια

.....

John DALTON (1766-1844)





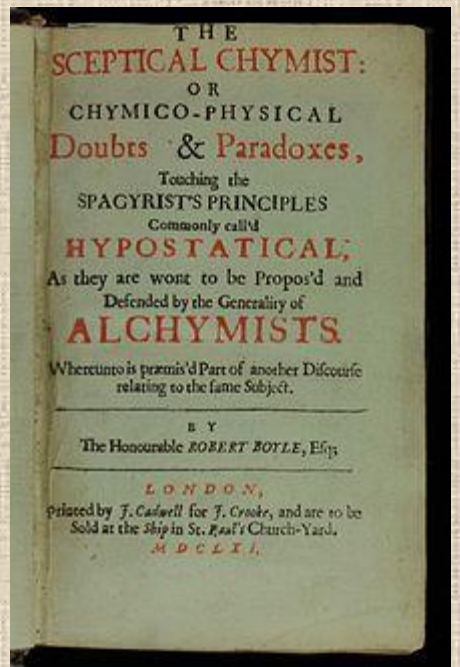
ΧΗΜΕΙΑ

Ιστορική αναδρομή

Robert W. Boyle
(1627–1691)

Νόμος του Boyle: PV=k

Η ύλη αποτελείται από άτομα ή συσσωματώματα ατόμων που βρίσκονται σε συνεχή κίνηση. Οποιοδήποτε φαινόμενο είναι αποτέλεσμα της σύγκρουσης των κινουμένων ατόμων



THE
SCEPTICAL CHYMIST:
OR
CHYMICO-PHYSICAL
Doubts & Paradoxes,
Touching the
SPAGYRIST'S PRINCIPLES
Commonly call'd
HYPOSTATICAL;
As they are wont to be Propos'd and
Defended by the Generality of
ALCHYMISTS.
Whereunto is prætmis'd Part of another Discourse
relating to the same Subject.

BY
The Honourable ROBERT BOYLE, Esq;

LONDON,
printed by J. Cadwell for J. Crooke, and are to be
Sold at the Ship in St. Paul's Church-Yard.
MDCLXI.

https://prezi.com/jfx8ih4d-4kr/history-of-chemistry-timeline/

ΘΕΜΕΛΙΩΔΕΙΣ ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

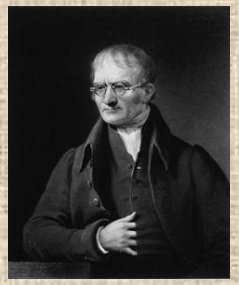
Lavoisier: Αρχή διατήρησης της μάζας (1774)

(1743-1794)

(1754-1826)

Proust: Νόμος ορισμένων αναλογιών (1799)

Dalton: Νόμος των απλών πολλαπλασίων (1803)



(1766-1844)

(1762-1807)

Richter: Νόμος ισοδυνάμων βαρών (1792)

Proust: Νόμος ορισμένων αναλογιών (1799)

Μια χημική ένωση πάντα περιέχει την ίδια αναλογία μάζας από τα στοιχεία που την αποτελούν.

EXAMPLE 1.1: REDUCTION OF CUPRIC OXIDE

When 1.375 g of cupric oxide is reduced on heating in a current of hydrogen, the weight of copper remaining 1.098 g. In another experiment, 1.179 g of copper is dissolved in nitric acid and resulting copper nitrate converted into cupric oxide by ignition. The weight of cupric oxide formed is 1.476 g. Show that these results illustrate the law of constant proportion.

SOLUTION

First experiment

- Copper oxide = 1.375 g
- Copper left = 1.098 g
- Oxygen present = 1.375 - 1.098 = 0.277 g

$$\text{Percentage of oxygen in CuO} = \frac{(0.277)(100\%)}{1.375} = 20.15\% \tag{1.1}$$

Second Experiment

- Copper taken = 1.179 g
- Copper oxide formed = 1.476 g
- Oxygen present = 1.476 - 1.179 = 0.297 g

$$\text{Percentage of oxygen in CuO} = \frac{(0.297)(100\%)}{1.476} = 20.12\% \tag{1.2}$$

Percentage of oxygen is approximately (within significant figures limite) the same in both the above cases. So the law of constant composition is illustrated.

Dalton: Νόμος των απλών πολλαπλασίων (1803)

Όταν δύο στοιχεία Α και Β αντιδρούν προς σχηματισμό χημικών ενώσεων, τα βάρη του στοιχείου Α που αντιδρούν κάθε φορά με το ίδιο βάρος του στοιχείου Β , βρίσκονται σε σχέση απλής αναλογίας μεταξύ τους

EXAMPLE

- Carbon monoxide (CO): 12 parts by mass of carbon combines with 16 parts by mass of oxygen.
- Carbon dioxide (CO_2): 12 parts by mass of carbon combines with 32 parts by mass of oxygen.

Ratio of the masses of oxygen that combines with a fixed mass of carbon (12 parts): 16:32 or 1:2

Hydrogen and oxygen are known to form 2 compounds. The hydrogen content in one is 5.93%, and that of the other is 11.2%. Show that this data illustrates the law of multiple proportions.

SOLUTION

In the first compound: hydrogen = 5.93%

Oxygen = (100 -5.93) = 94.07%

In the first compound the number of parts of oxygen that combine with one part by mass of hydrogen $\frac{94.07}{5.93} = 15.86$ parts

In the second compound: hydrogen = 11.2%

Oxygen = (100 -11.2) = 88.88%

In the second compound the number of parts by mass of oxygen that combine with one part by mass of hydrogen $\frac{88.8}{11.2} = 7.9$ parts

Ratio of the masses of oxygen that combine with fixed mass of hydrogen: 15.86:7.9 or 2:1. This is consistent with the law of multiple proportions.

Richter: Νόμος ισοδυνάμων βαρών (1792)

Όταν 2 στοιχεία ενώνονται με το ίδιο βάρος τρίτου στοιχείου, τότε η αναλογία μαζών τους είναι η ίδια ή απλό πολλαπλάσιο της αναλογίας με την οποία ενώνονται μεταξύ τους

1 g Na ενώνεται με

- **1.54 g Cl προς NaCl**
- **5.52 g I προς NaI**

5.52/1.54=3.58

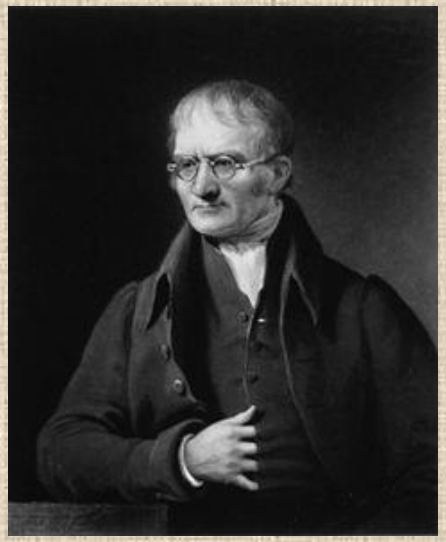
1 g Cl ενώνεται με 1.19 g I προς ICl

1.19/1=1.19

$$\frac{3.58}{1.19} = 3$$

Η ΑΤΟΜΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ DALTON (1803)

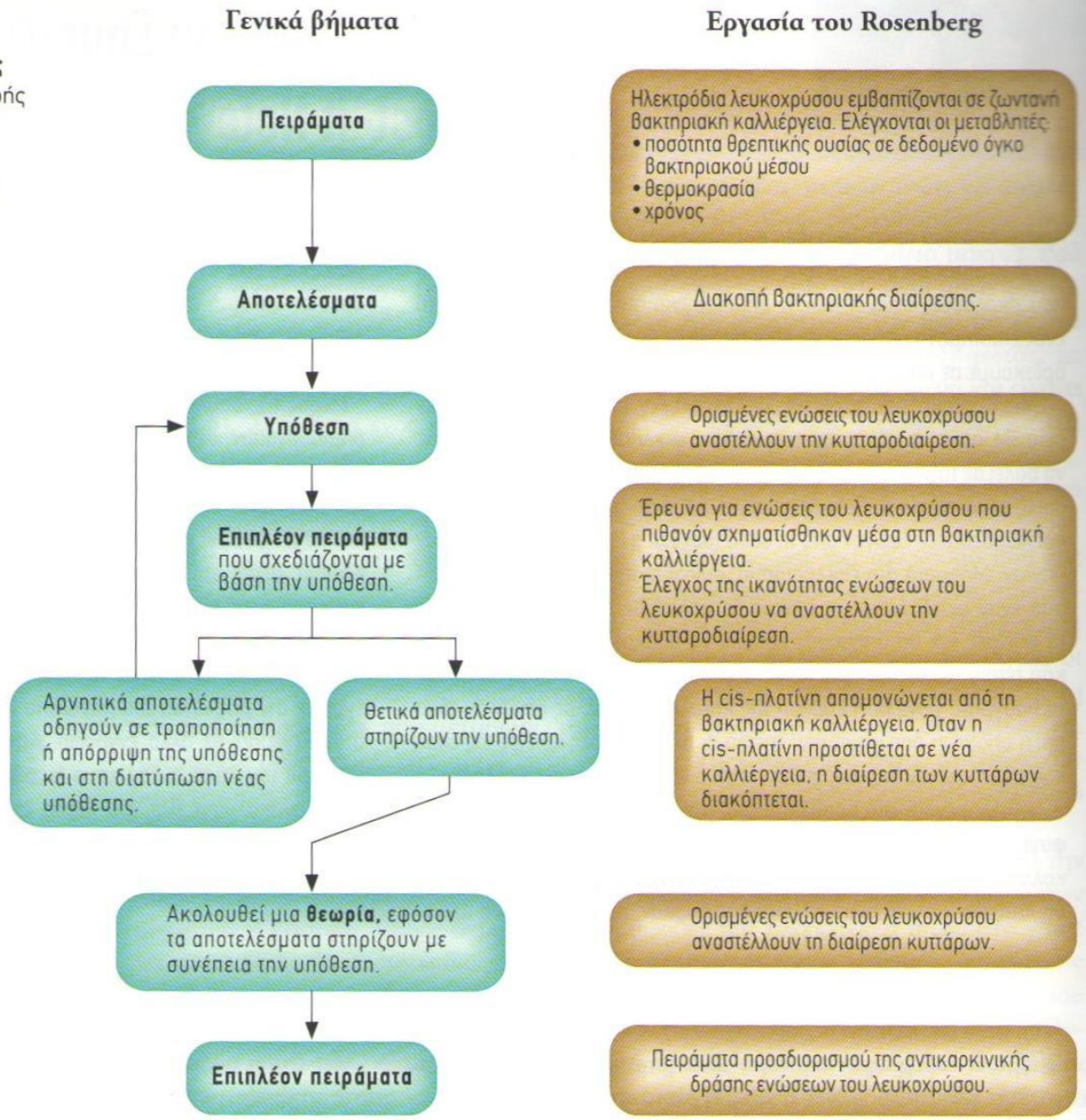
- **Η ύλη αποτελείται από άτομα**
- **Τα άτομα κάθε στοιχείου είναι απολύτως όμοια και διαφορετικά από τα άτομα των άλλων στοιχείων**
- **Οι χημικές ενώσεις αποτελούνται από άτομα που ενώνονται με σταθερή αναλογία**
- **Τα άτομα δεν τεμαχίζονται, δεν δημιουργούνται και δεν καταστρέφονται**
- **Χημική αντίδραση είναι η αναδιάταξη των ατόμων που οδηγεί στο σχηματισμό νέων ενώσεων**



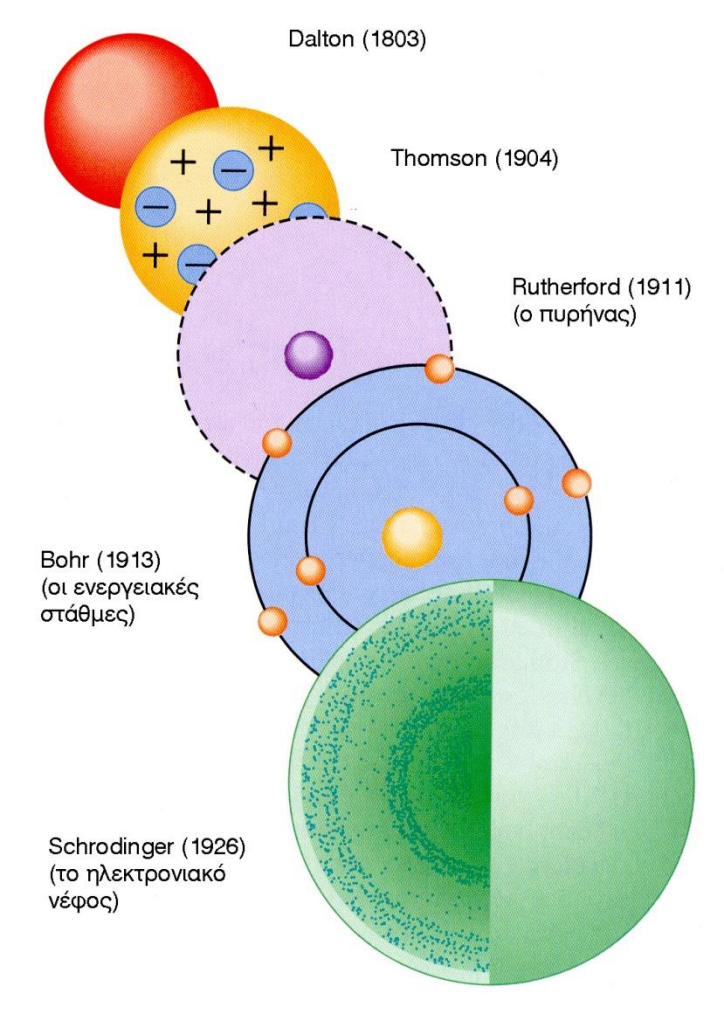
John Dalton (1766-1844)

Σχήμα 1.7

Παρουσίαση της επιστημονικής μεθόδου. Αυτό το διάγραμμα ροής δείχνει τα γενικά βήματα της επιστημονικής μεθόδου. Δεξιά, η εργασία του Rosenberg για την ανάπτυξη ενός αντικαρκινικού φαρμάκου διασαφηνίζει τα βήματα αυτά.



ΑΤΟΜΙΚΗ ΔΟΜΗΣΗ

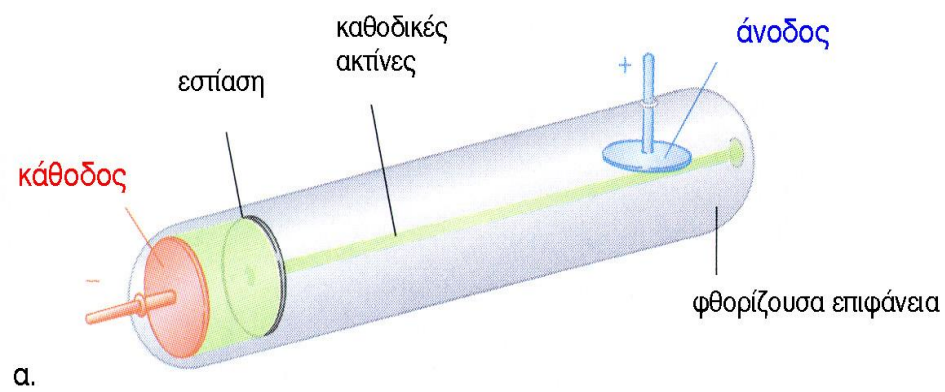


Joseph John Thomson (1856-1940)

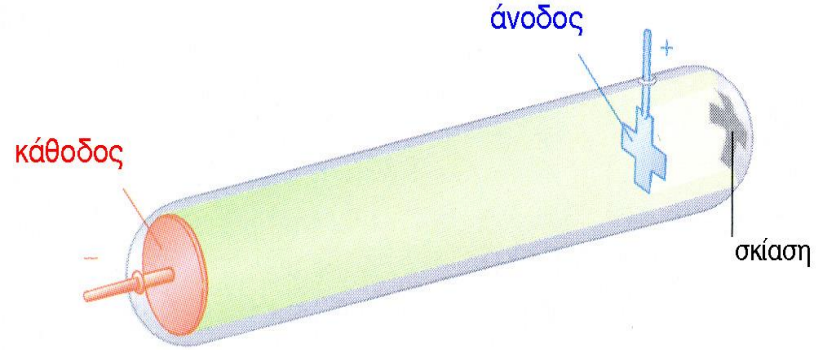
ανακάλυψη ηλεκτρονίου (1897)

Καθοδικές ακτίνες:

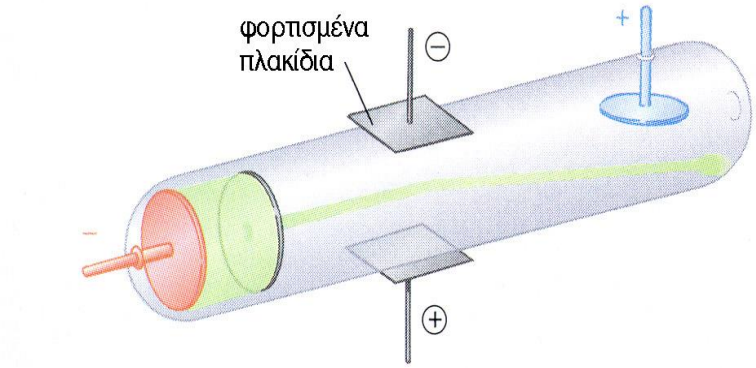
Δημιουργούνται σε σωλήνες υψηλού κενού όταν προκληθούν ηλεκτρικές εκκενώσεις μεταξύ δύο μεταλλικών ηλεκτροδίων


καθοδικές
ακτίνες
εστίαση
άνοδος
κάθοδος
φθορίζουσα επιφάνεια

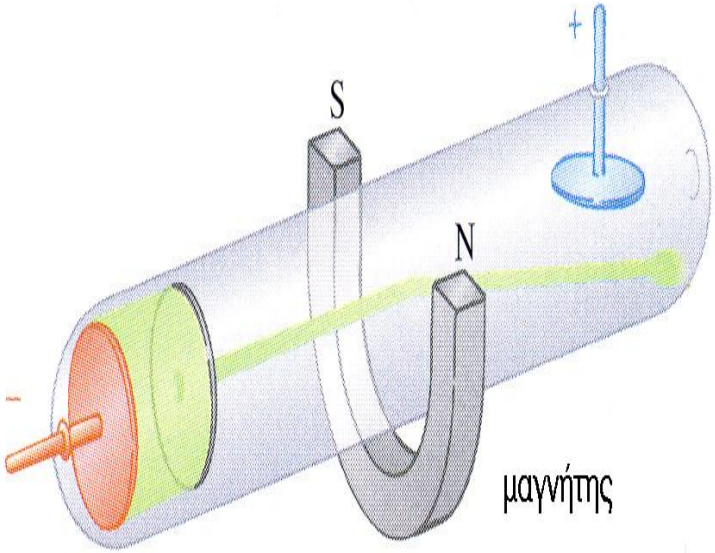
α.


άνοδος
κάθοδος
σκίαση

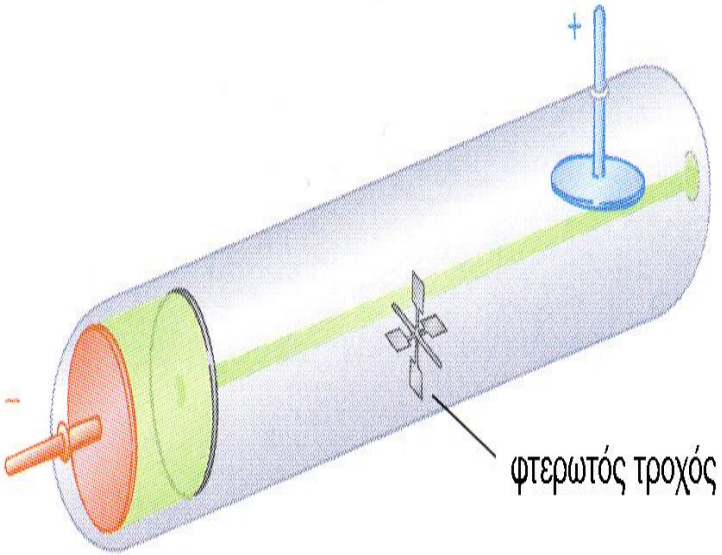
β.


φορτισμένα
πλακίδια

γ.

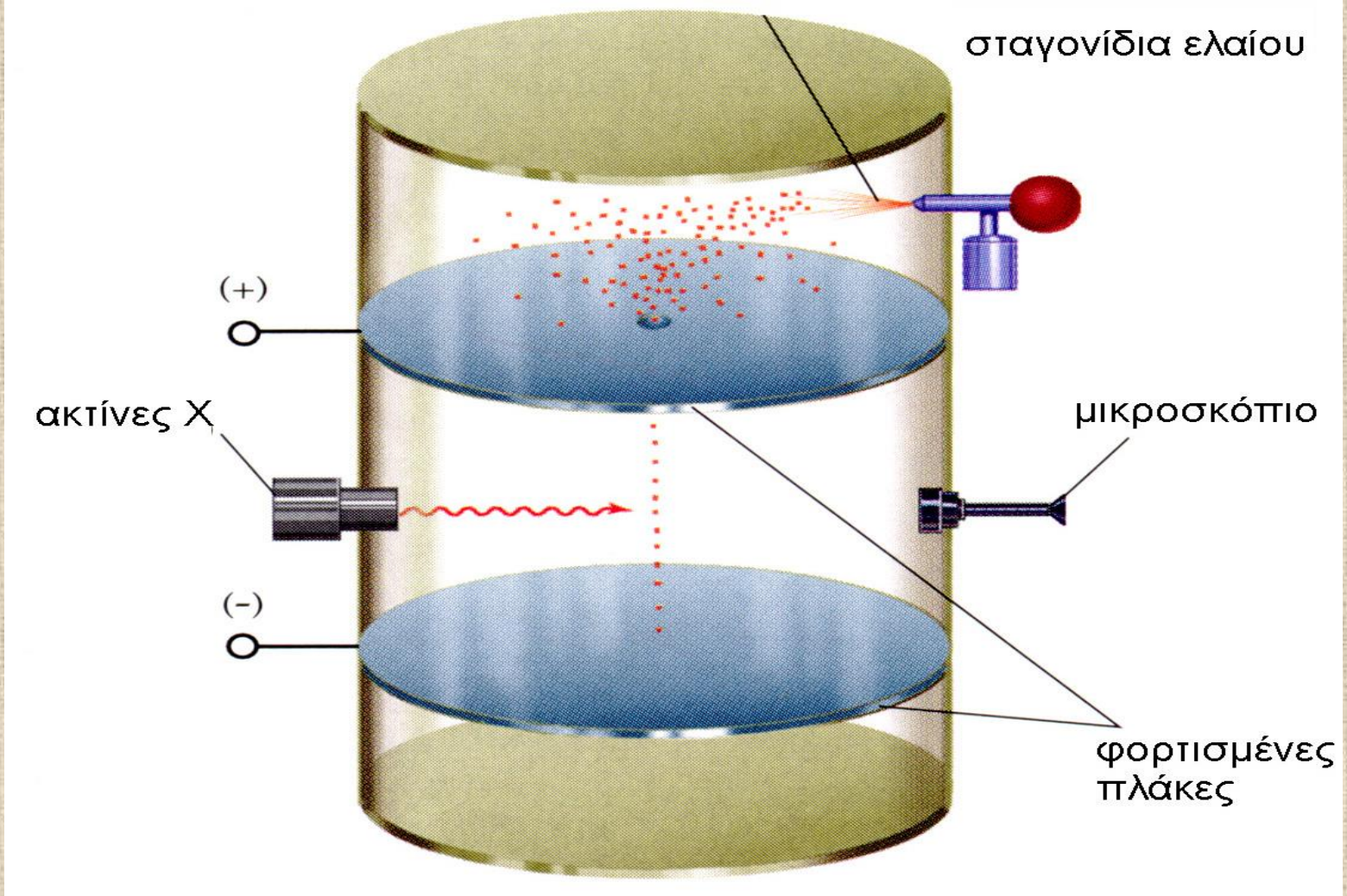

S
N
μαγνήτης

δ.


φτερωτός τροχός

ε.

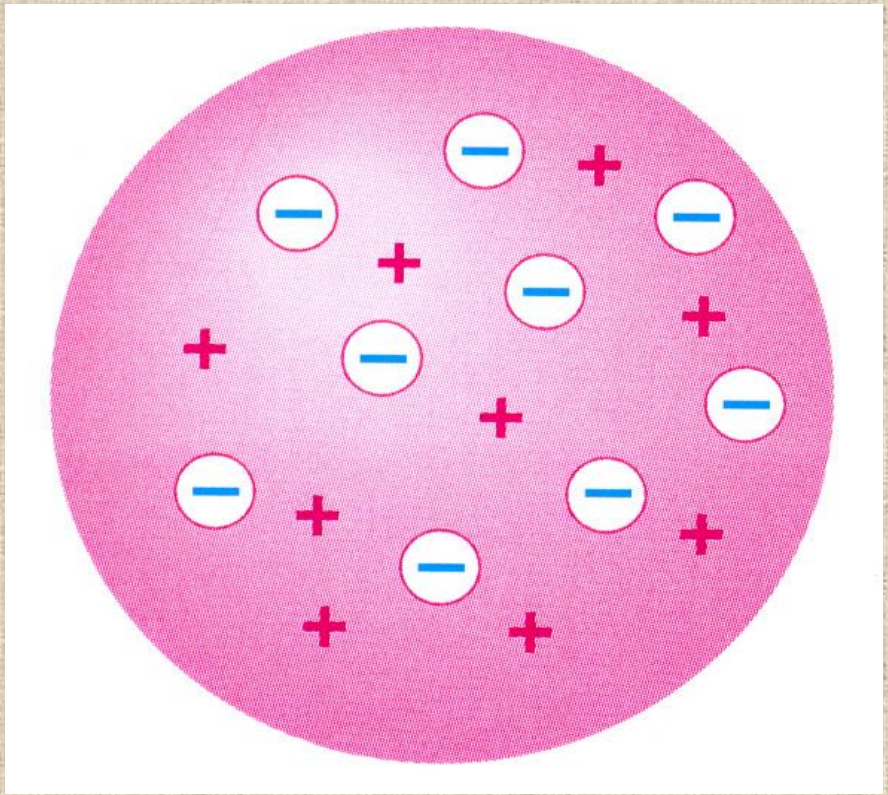
Πείραμα Millikan



l e l = 1.60218 x 10^{-19} C **m = 9.10940 10^{-28} g**

Joseph John Thomson (1904)

ατομικό μοντέλο: σταφιδόψωμο



<u>Ακτίνες α:</u> Πυρήνες He, αποτελούνται από δύο πρωτόνια και δύο νετρόνια

<u>Ακτίνες β:</u> Ηλεκτρόνια που κινούνται με ταχύτητα 130.000 km/s

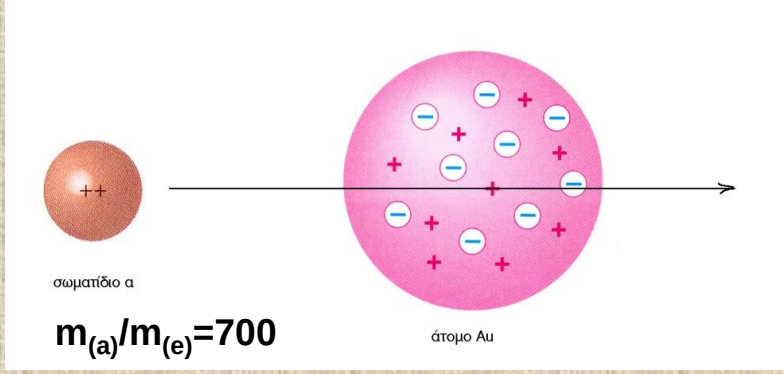
<u>Ακτίνες γ</u>: Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία (λ < ακτίνων Χ)

Ικανότητα να προκαλούν ιονισμό ατόμων: α>β>γ

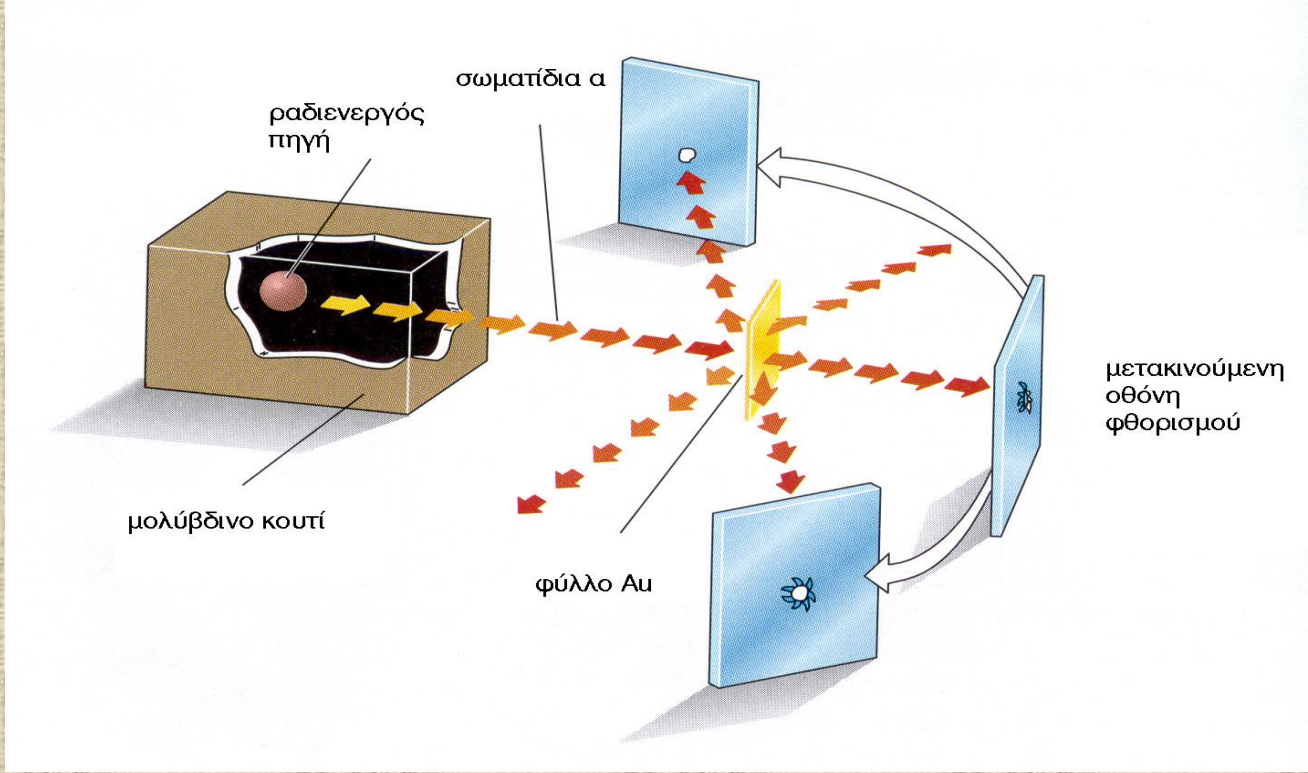
Διεισδυτική ικανότητα: γ>β>α

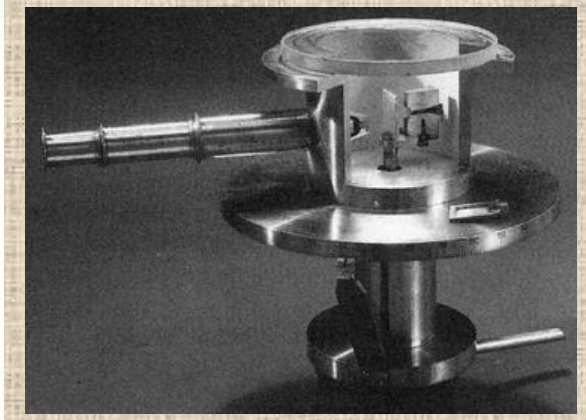
Πείραμα Geiger-Marsden

ανακάλυψη πυρήνα - 1911



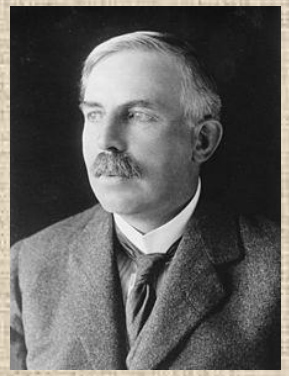
$m_{(a)}/m_{(e)}=700$

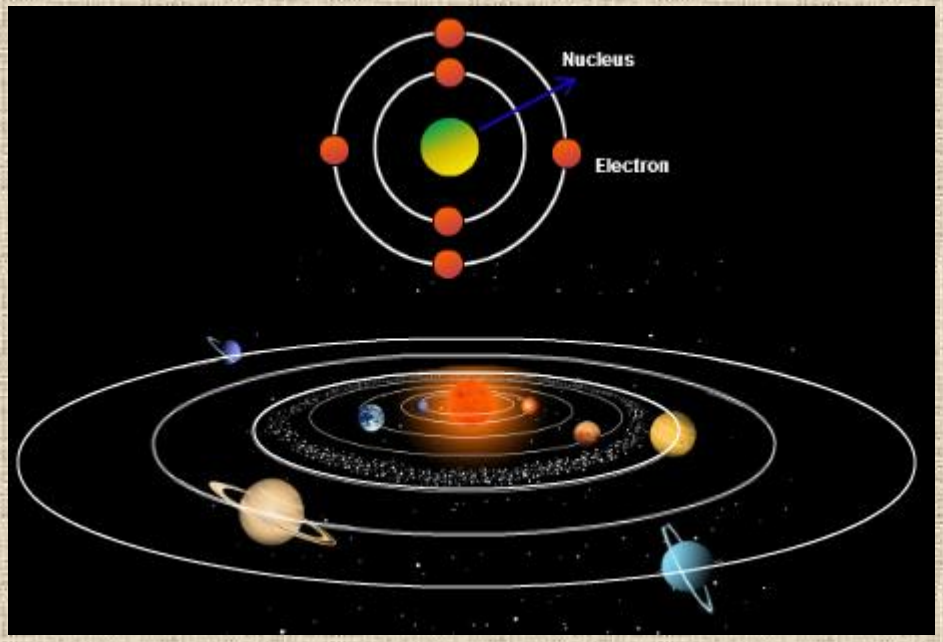




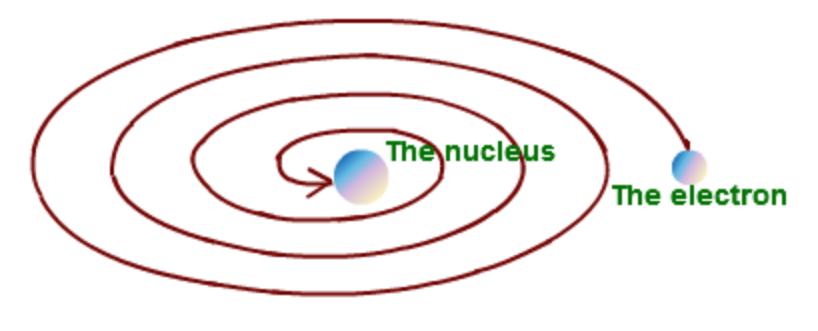
Αν ο Rutherford και οι συνεργάτες του Geiger και Marsden χρησιμοποιούσαν ηλεκτρόνια αντί για σωματίδια α στα πειράματα τους, τι θα μπορούσαν να είχαν ανακαλύψει;

Πλανητικό μοντέλο Rutherford (1911)





Θεωρία Maxwell

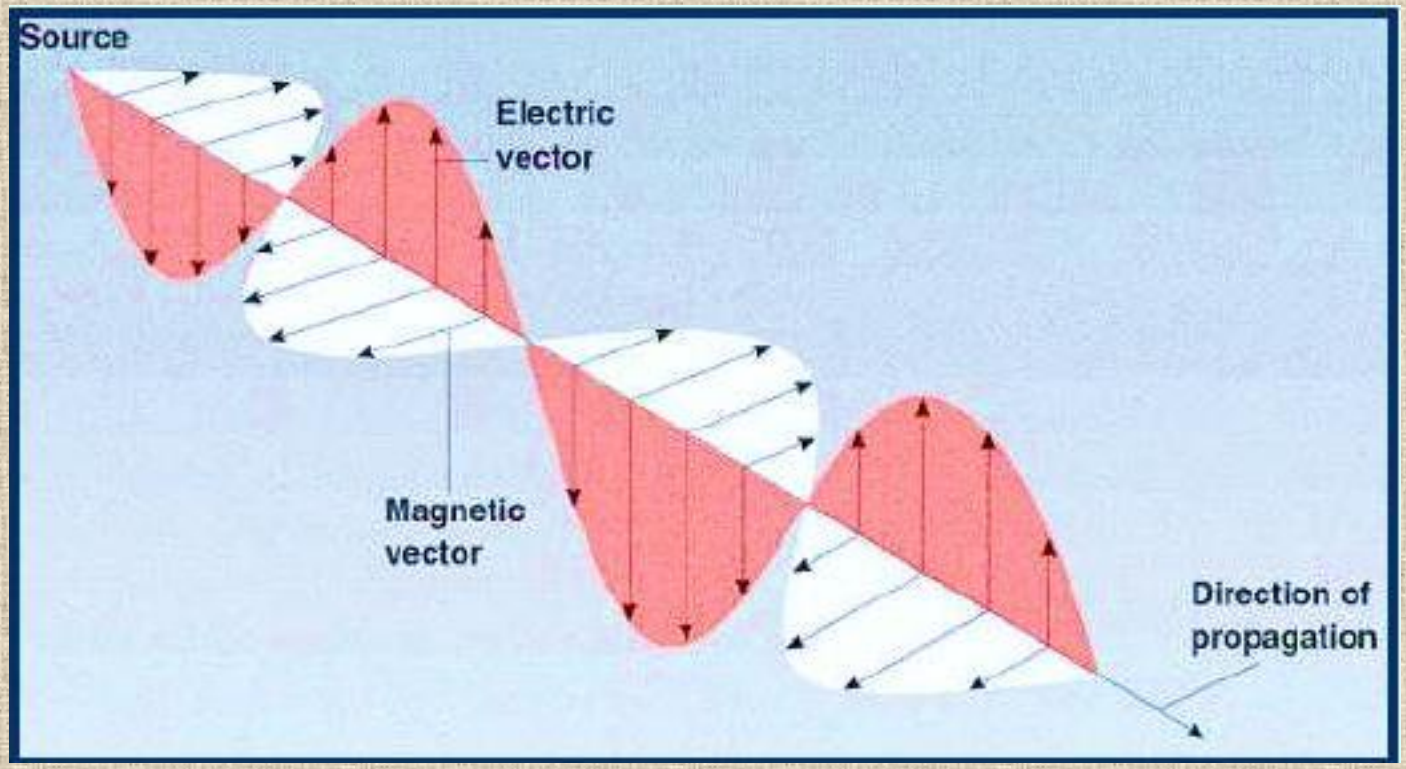


Αποτυχία μοντέλου Rutherford:

- **Δεν εξηγεί την σταθερότητα των ατόμων**
- **Δεν εξηγεί γιατί τα ατομικά φάσματα εκπομπής των στοιχείων είναι γραμμικά**

Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία:

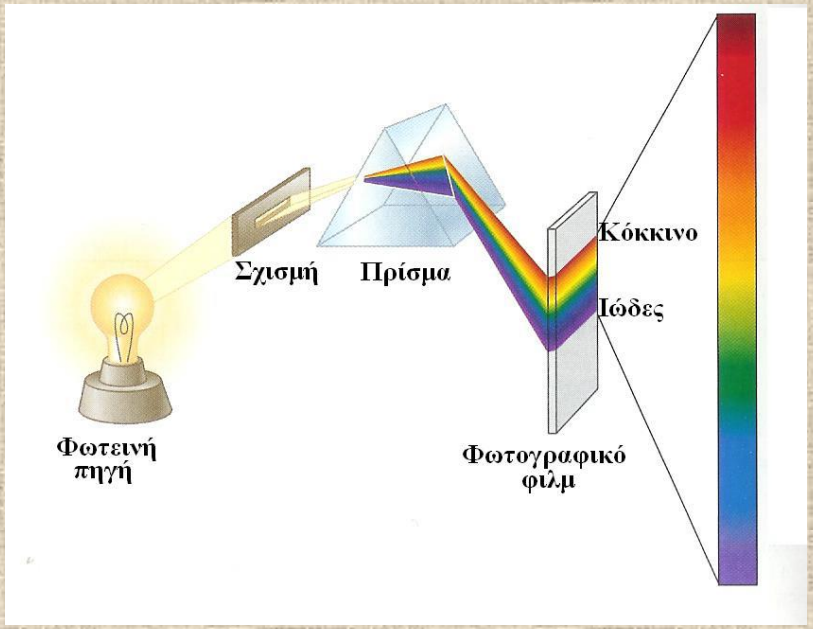
ένα ηλεκτρικό και ένα μαγνητικό πεδίο, κάθετα μεταξύ τους



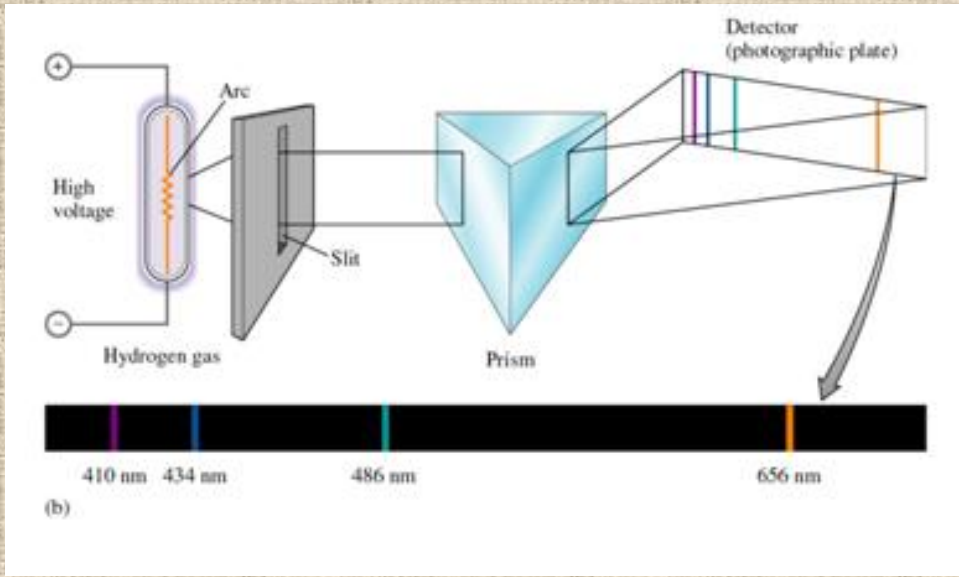
Αλληλεπίδραση ύλης – ακτινοβολίας:

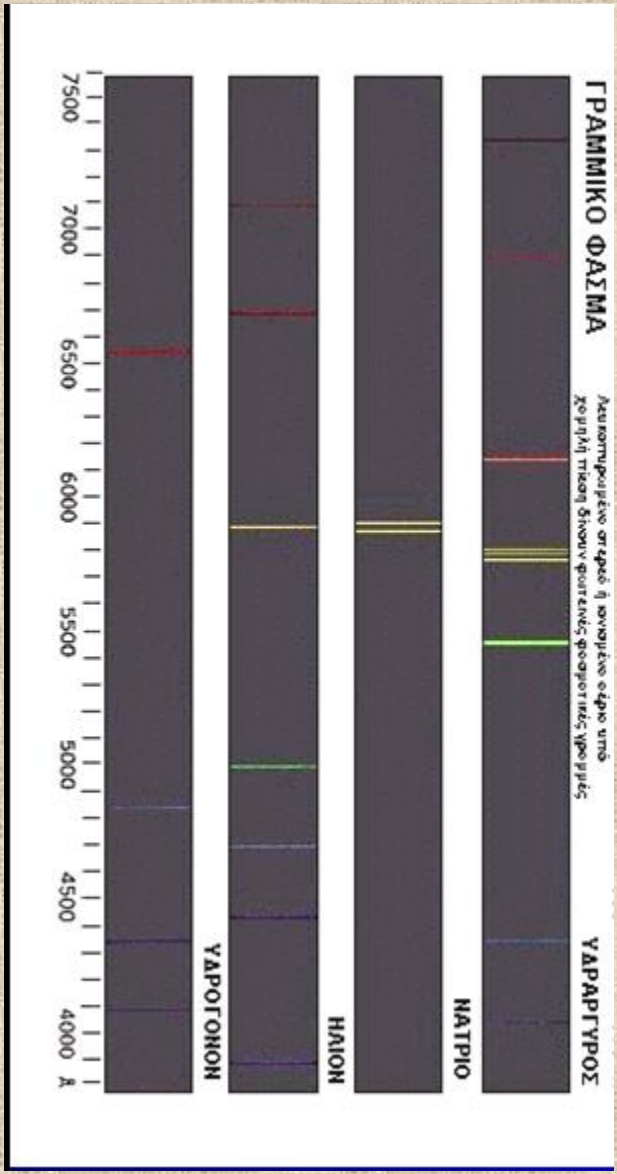
Επίδραση *ηλεκτρικού* και μαγνητικού πεδίου στην ύλη

Ανάλυση φάσματος ορατού φωτός

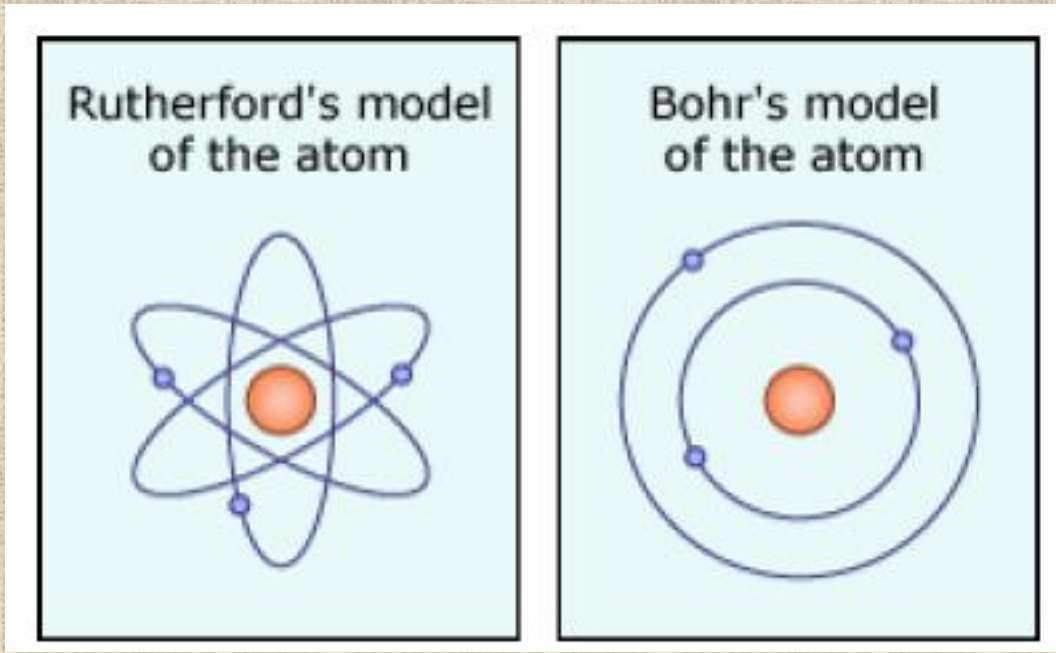


Φάσμα εκπομπής H_2

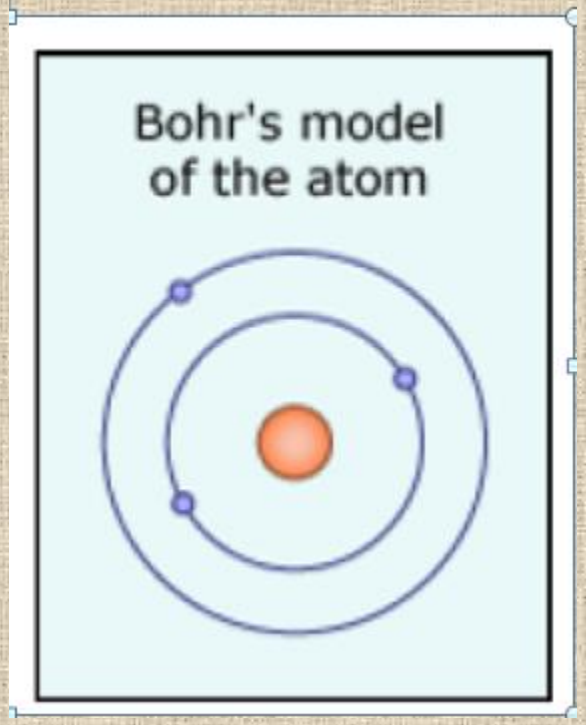


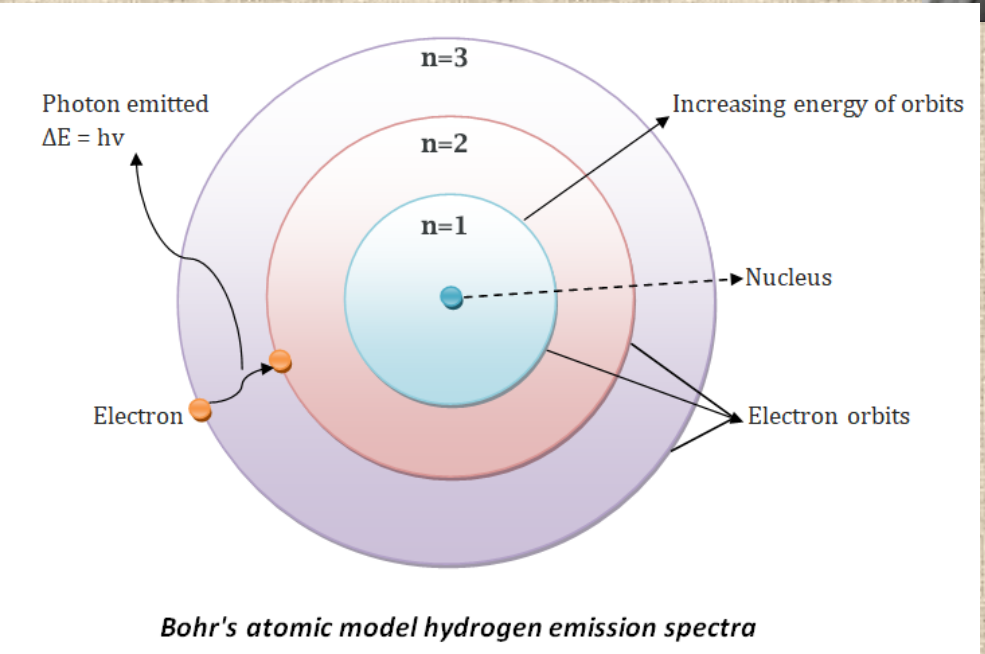


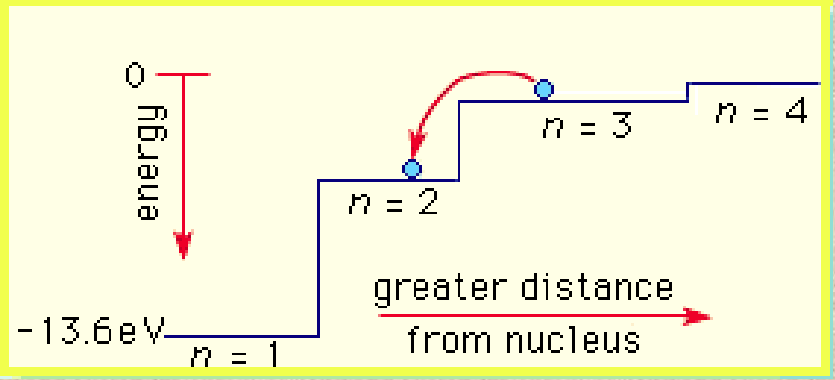
Σταθερό πλανητικό μοντέλο Bohr (1913)



Σταθερό πλανητικό μοντέλο Bohr (1913)







1. Μηχανική συνθήκη Bohr

- ***Τα ηλεκτρόνια περιστρέφονται σε καθορισμένες κυκλικές τροχιές γύρω από τον πυρήνα.***
- ***Οι τροχιές πρέπει να ικανοποιούν την σχέση:***

στροφορμή e

$$m \cdot u \cdot r = n \cdot \frac{h}{2\pi}$$

κβάντωση

Όσο απομακρύνεται το e, τόσο αυξάνεται η ενέργειά του

$$E_n = \frac{-2{,}18 \cdot 10^{-18}}{n^2}\ \mathrm{J}$$

1 *eV* = 1.602 10^{-19} J

$$E_n = \frac{-13.6}{n^2}\ eV$$

2. Οπτική συνθήκη Bohr

Τα ηλεκτρόνια εκπέμπουν ή απορροφούν ενέργεια (με την μορφή ακτινοβολίας) μόνο όταν αλλάζουν ενεργειακή στάθμη

$$E = h\,\nu$$

$$\Delta E = \left| E_f - E_i \right| = h\,\nu$$

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

$$r = a_o \cdot n^2$$

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

$n_f > n_i \longrightarrow$?

$n_f < n_i \longrightarrow$?

Μηχανική συνθήκη Bohr →

$$m \cdot u \cdot r = n \cdot \frac{h}{2\pi}$$

Ενέργεια e στην n στιβάδα →

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

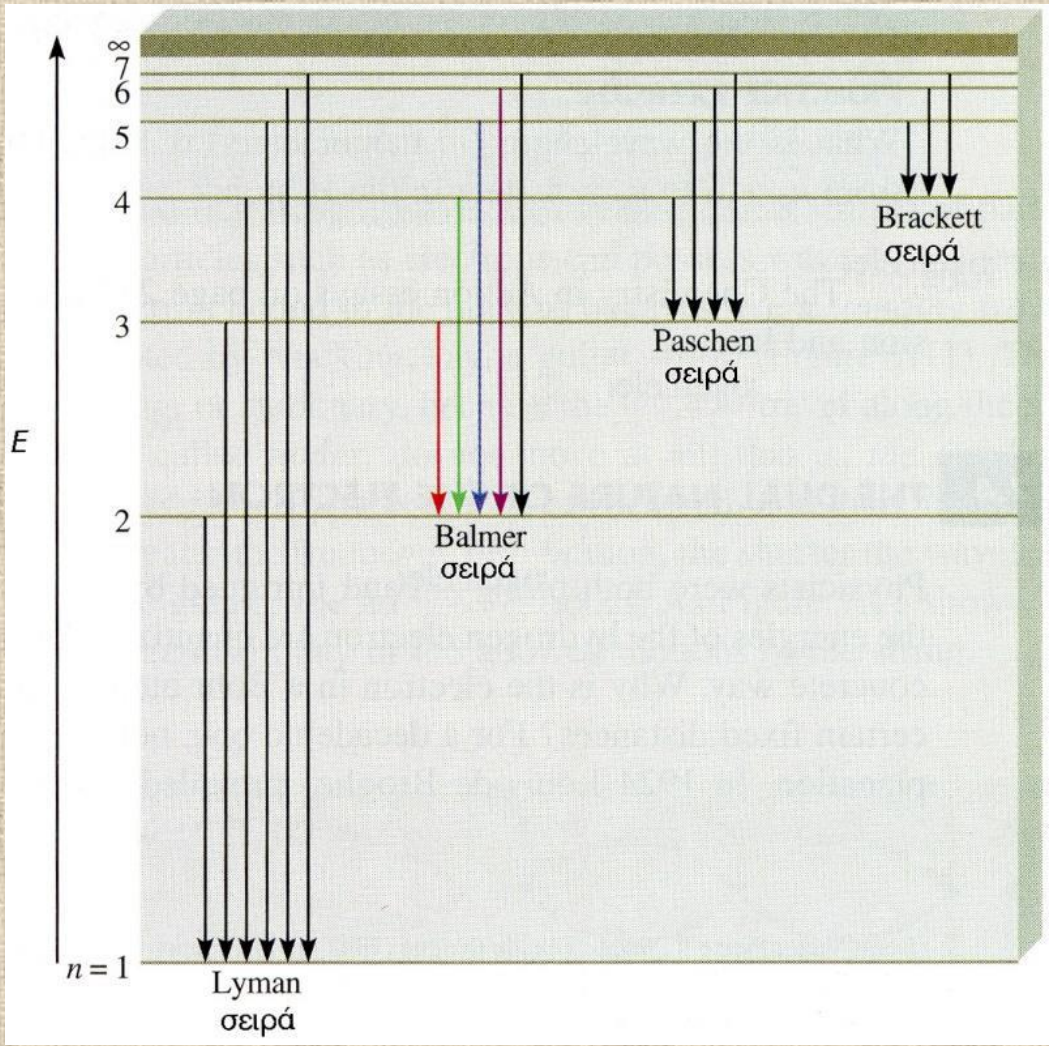
Ενέργεια που εκπέμπεται ή απορροφάται κατά την μετακίνηση ηλεκτρονίου από την n_i στην n_f τροχιά (άτομο Η) →

$$\Delta E = \left| 2{,}18 \quad 10^{18} \left(\frac{1}{n_f^2} \quad \frac{1}{n_i^2} \right) \right|$$

Ακτίνα τροχιάς e στην στιβάδα n →

$$r = a_o \cdot n^2$$

$$\alpha_o = 0.0529 \text{ nm}$$



Τύπος Balmer

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

Σταθερά Rydberg

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

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;

Α. Η ενεργειακή στάθμη με n = 4 αποτελεί την πρώτη διεγερμένη κατάσταση του ατόμου του υδρογόνου.

Β. Χρειάζεται λιγότερη ενέργεια για να ιονιστεί ένα διεγερμένο άτομο υδρογόνου από ότι όταν το άτομο είναι στη θεμελιώδη του κατάσταση.

Γ. Το ηλεκτρόνιο όταν βρίσκεται σε κατάσταση διέγερσης είναι κατά μέσο όρο πιο μακριά από τον πυρήνα.

Δ. 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.

2. Να υπολογιστεί η ενέργεια ιοντισμού 1 mol του υδρογόνου με βάση τη θεωρία του Bohr.

3. Να υπολογισθεί το μήκος κύματος της ακτινοβολίας που εκπέμπεται από ένα άτομο Η όταν το ηλεκτρόνιο μεταπίπτει από την ενεργειακή στάθμη n=5 στην n=4. (Δίνεται η σταθερά Rydberg R_H=1.09678 10^7 m^{-1})

4. Ποια ηλεκτρονική μετάπτωση στο άτομο Η, που καταλήγει στην τροχιά *n* = 5, θα δώσει φωτόνιο μήκους κύματος 3740 nm;

5. Στο ατομικό πρότυπο για το άτομο του υδρογόνου ποια από τις παρακάτω μεταπτώσεις οδηγεί στην εκπομπή φωτονίου με την μεγαλύτερη ενέργεια;

Α: n = 1 → n = 6, Β: n = 2 → n = 1 Γ: n = 6 → n = 3

Δ: n = 3 → n = 6 Ε: n = 5 → n = 3

6. Κατά τη μετάπτωση του ηλεκτρονίου του υδρογόνου από μια διεγερμένη κατάσταση στη θεμελιώδη εκπέμπεται φως μήκους κύματος 121 nm. Ποιόν κύριο κβαντικό αριθμό έχει η διεγερμένη κατάσταση. Ποια είναι η ενεργειακή διαφορά των δύο καταστάσεων

h = 6.63x10^{-34} J.s c = 2,997925x10^{10} cm/s

7. Θεωρούμε 2 άτομα υδρογόνου. Στο πρώτο το ηλεκτρόνιο βρίσκεται στην τροχιά Bohr με n=4, ενώ στο δεύτερο στη θεμελιώδη κατάσταση. Ποιο από τα 2 ηλεκτρόνια περιστρέφεται με τη μεγαλύτερη ταχύτητα.

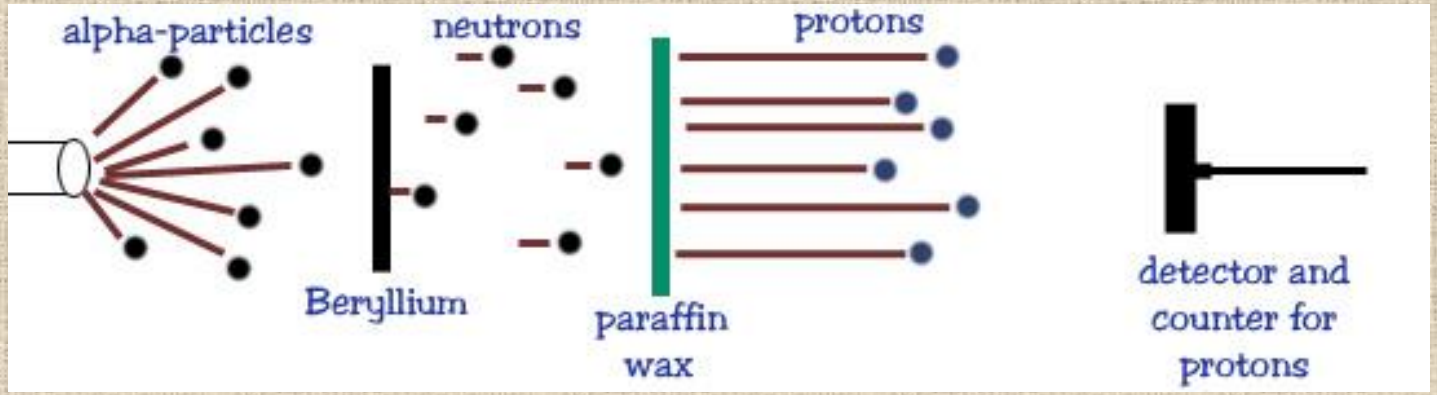
$$m \cdot u \cdot r = n \cdot \frac{h}{2\pi}$$

$$r = a_o \cdot n^2$$

Πείραμα Chadwick

ανακάλυψη νετρονίων (1932)

$$^{9}_{4}Be + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{12}_{6}C + ^{1}_{0}n$$



φορτίο νετρονίων = 0 C

μάζα νετρονίου = 1.0067 x μάζα πρωτονίου

Η ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΑΤΟΜΟΥ

Πρωτόνιο

θετικά φορτισμένο σωματίδιο

$m = 1{,}67252 \times 10^{-24}$ g

$q = 1{,}6022 \times 10^{-19}$ C

Νετρόνιο

ηλεκτρικά ουδέτερο σωματίδιο

$m = 1{,}6749 \times 10^{-24}$ g

$q = 0$ C

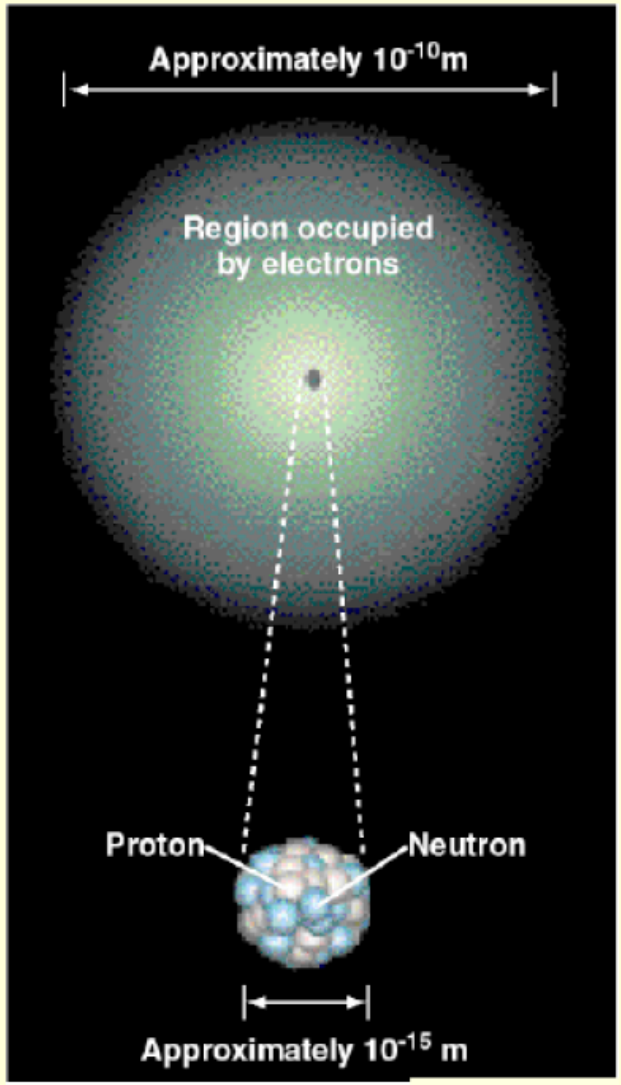
Πυρήνας

Ηλεκτρόνιο

αρνητικά φορτισμένο σωματίδιο

$m = 9{,}1093897 \times 10^{-28}$ g

$q = 1{,}6022 \times 10^{-19}$ C



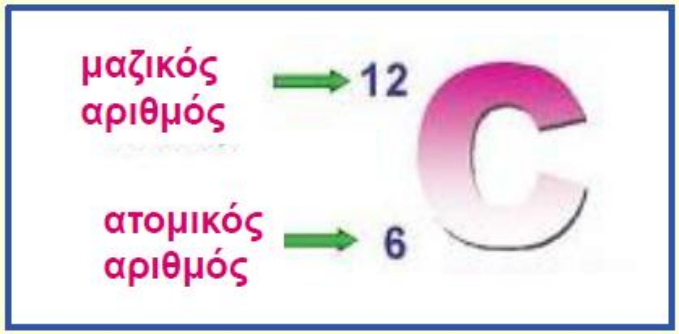
Η ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΑΤΟΜΟΥ

Ατομικός αριθμός (Z)

αριθμός πρωτονίων του πυρήνα

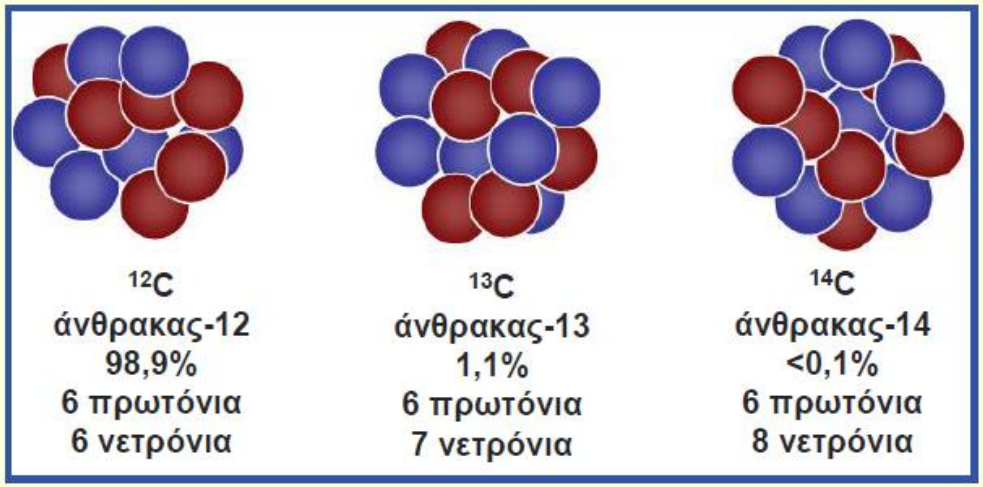
Μαζικός αριθμός (A)

αριθμός πρωτονίων και νετρονίων του πυρήνα



Ισότοπα

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



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

6. Ποιο άτομο είναι ισότοπο του Α;

Ποιο άτομο έχει τον ίδιο μαζικό αριθμό με το Α;

	πρωτόνια	νετρόνια
A	18	19
B	16	19
C	18	18
D	17	20

Στοιχείο	Ατομ. αριθ.	Μαζ. αριθ.	Πρωτόνια	Νετρόνια	Ηλεκτρόνια
Co	27	59			
Cu^+				34	28
Br		81		46	
Nb		93	41		
	11	23			
S^{2-}		32			18
	17			18	18
Si	14			15	

Κλασική Φυσική

ύλη (σωματίδια) **ακτινοβολία (κύμα)**

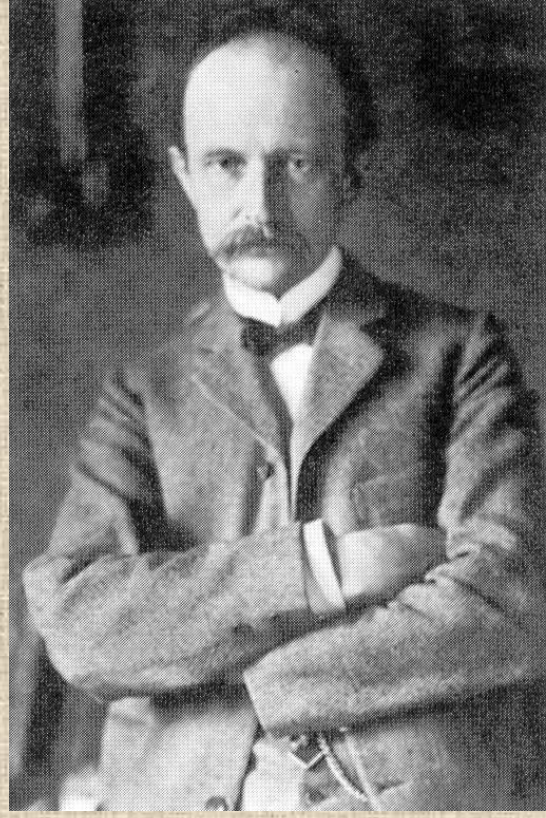
“η φύση δεν κάνει άλματα”

δομή ατόμων – μορίων

αλληλεπίδραση ύλης – ακτινοβολίας

??

Max Planck (1858-1947)



$$E = h\,\nu$$

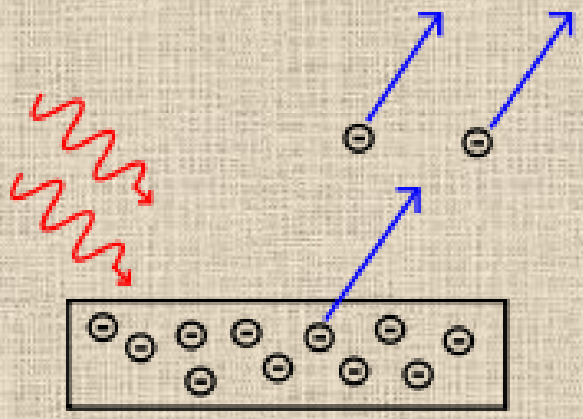
h = 6.63x10^{-34} J.s

ενέργεια που εκπέμπεται ή απορροφάται από ένα σώμα:

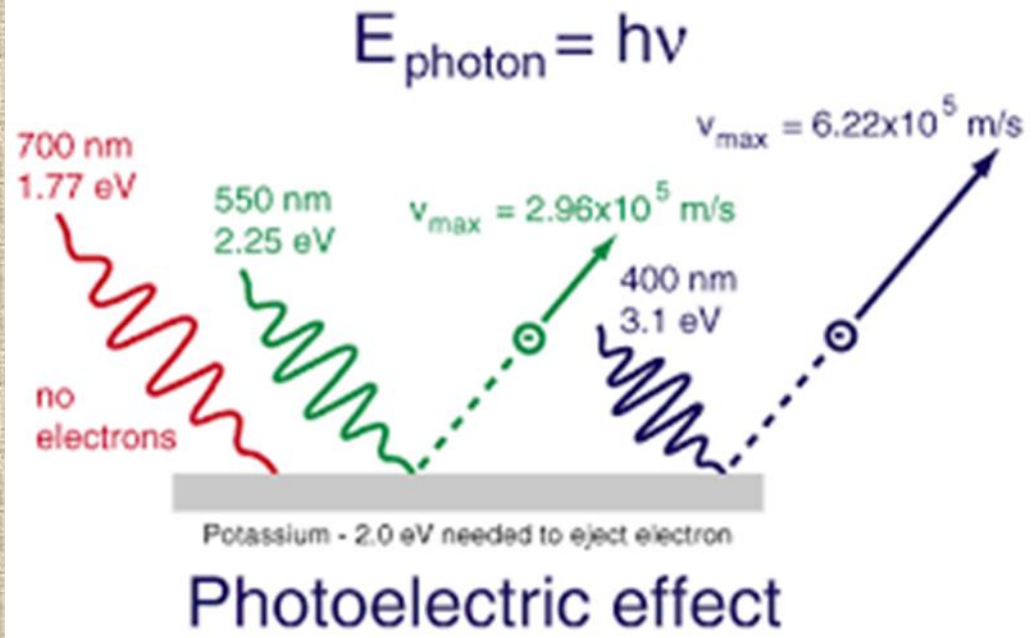
1hν , 2hν, 3hν κοκ

φωτόνιο

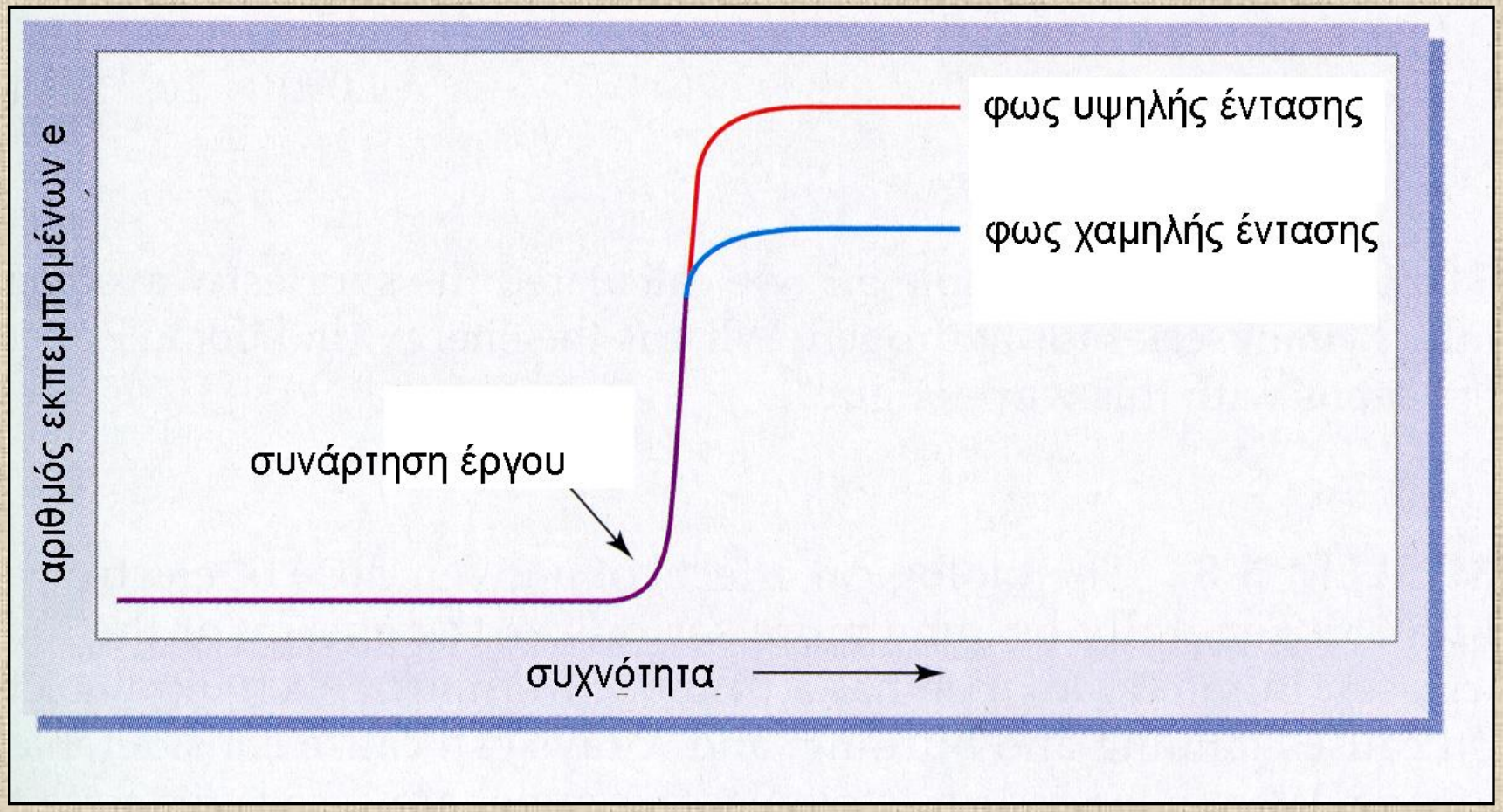
Φωτοηλεκτρικό φαινόμενο



- Δεν υπάρχει εκπομπή για $\nu < \nu_0$
- Δεν υπάρχει χρονική καθυστέρηση
- Ο αριθμός e αυξάνεται με την ένταση του φωτός
- Η κινητική ενέργεια των e είναι ανάλογη της συχνότητας και ανεξάρτητη της έντασης του φωτός



$$E = h\nu - h\nu_0$$



$$E_{max} = \frac{1}{2} m \upsilon^2 = h\nu - \Phi$$

$$\Phi = h\nu_0$$

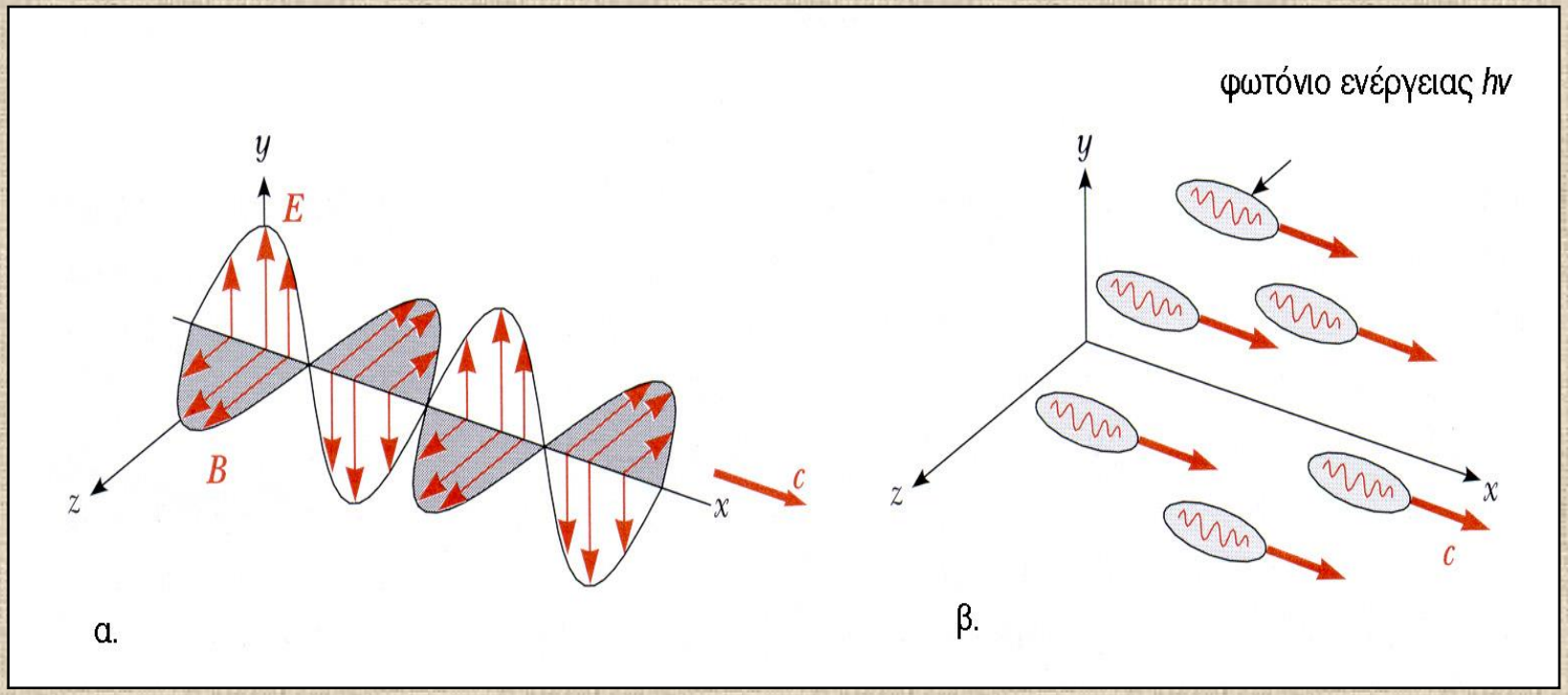
$$E = h\nu - h\nu_0$$

Οταν φως που έχει συχνότητα 2.00 x 10^{16} Hz προσπέσει σε επιφάνεια μετάλλου, αποσπώνται ηλεκτρόνια με κινητική ενέργεια 7,50 x 10^{-18} J.
Να υπολογίσετε:
(α) Τη συχνότητα ν_o που αντιστοιχεί στην ελάχιστη ενέργεια E_o για απόσπαση ενός ηλεκτρονίου από το μέταλλο.
(β) Το μήκος κύματος των εκπεμπόμενων ηλεκτρονίων.

Θέλουμε να κατασκευάσουμε ανιχνευτή ακτινοβολίας για χρήση σε διαστημικό όχημα και επιλέγουμε να χρησιμοποιήσουμε λεπτό έλασμα K, Ποιο είναι το μέγιστο μήκος κύματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που θα μπορούσε να ανιχνευτεί? Το έργο εξόδου για το K είναι 2.29 eV.

h= 6,626x10^{-34} J·s
c = 3x10^{8} m/s
1 eV = 1.602 10^{-19} J

Κυματική vs σωματιδιακή φύση ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας



Αν τα κύματα του φωτός έχουν και σωματιδιακή φύση, μήπως κάποια σωματίδια έχουν και κυματική φύση?

Κυματική θεωρία της ύλης **(**1924) *Κάθε κινούμενο μικρό σωματίδιο, π.χ. ηλεκτρόνιο, παρουσιάζει διττή φύση, σωματιδίου και κύματος***.**