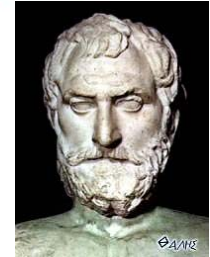


ΑΤΟΜΑ - ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

- **ΘΑΛΗΣ ο Μιλήσιος (600 π.Χ.)**

Όλες οι μορφές της ύλης προέρχονται από το νερό.



- **ΕΜΠΕΔΟΚΛΗΣ (500 π.Χ.)**

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



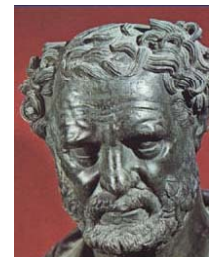
- **ΛΕΥΚΙΠΠΟΣ (440 π.Χ.)**

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



- **ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ (400 π.Χ.)**

Μαθητής του Λεύκιππου ο οποίος ονόμασε αυτά τα σωματίδια «άτομα» δηλ. μη διασπώμενα.



Ατομική Θεωρία

• ΛΕΥΚΙΠΠΟΣ (440 π.χ.)

- Η ύλη αποτελείται από σωματίδια τόσο μικρά που δεν μπορεί να τα δει κανείς και τα οποία δεν διασπώνται σε μικρότερα σωματίδια
- Υπάρχει κενός χώρος μεταξύ των σωματιδίων
- Τα σωματίδια είναι ομοιογενή χωρίς εσωτερική δομή
- Τα σωματίδια διαφέρουν ως προς το μέγεθος, σχήμα και βάρος

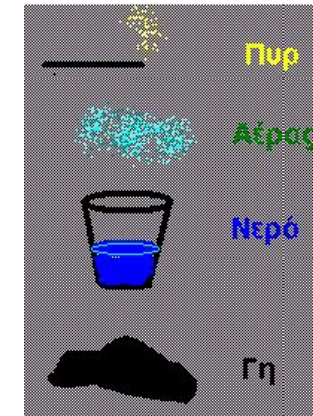
ΑΤΟΜΑ - ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

- Αριστοτέλης
 - Απέριψε την ατομική υπόθεση

-
- ~ 2000 χρόνια
-

- John DALTON (1766-1844) ⇒

- κάθε στοιχείο αποτελείται από πανομοιότυπα και μοναδικά άτομα
- Κάθε χημική ένωση είναι συνδυασμός ατόμων διαφορετικών στοιχείων σε αυστηρά καθορισμένες αναλογίες.



Ατομική Θεωρία



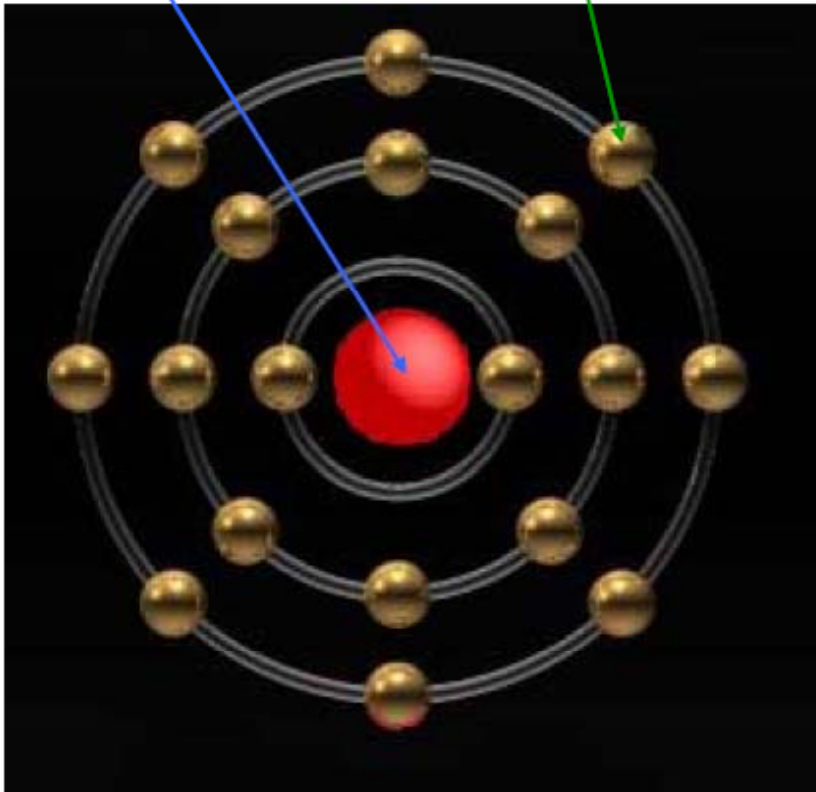
• Ατομική Θεωρία Dalton 1803(8): John Dalton (1776-1844)

- Η ύλη αποτελείται από *άτομα*; κάθε άτομο είναι εξαιρετικά μικρό και χημικά αδιαίρετο σωματίδιο
- Το *στοιχείο* είναι μια μορφή ύλης που αποτελείται από ένα μόνο είδος ατόμων, τα οποία έχουν συγκεκριμένες ιδιότητες
- Η *χημική ένωση* είναι μια μορφή ύλης που αποτελείται από άτομα δύο ή περισσότερων στοιχείων ενωμένων χημικά σε σταθερή αναλογία
- *Χημική αντίδραση* είναι η αναδιάταξη των ατόμων στις αντιδρώντες ουσίες με σκοπό να δώσουν νέους χημικούς συνδυασμούς στις ουσίες που παράγονται

Το Ηλεκτρόνιο

πυρήνας

ηλεκτρόνια

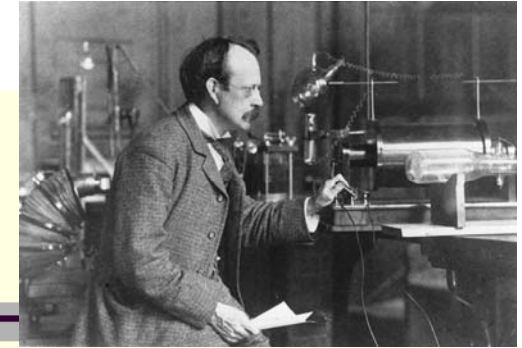


Thomson: υπολόγισε το λόγο της μάζας m_e προς το φορτίο e του ηλεκτρονίου (δεν μπόρεσε να υπολογίσει ξεχωριστά τη μάζα και το φορτίο)

R. Millikan (1909): Υπολόγισε το φορτίο του ηλεκτρονίου, $1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$, $m_e = 9.109 \times 10^{-31} \text{ kgr}$

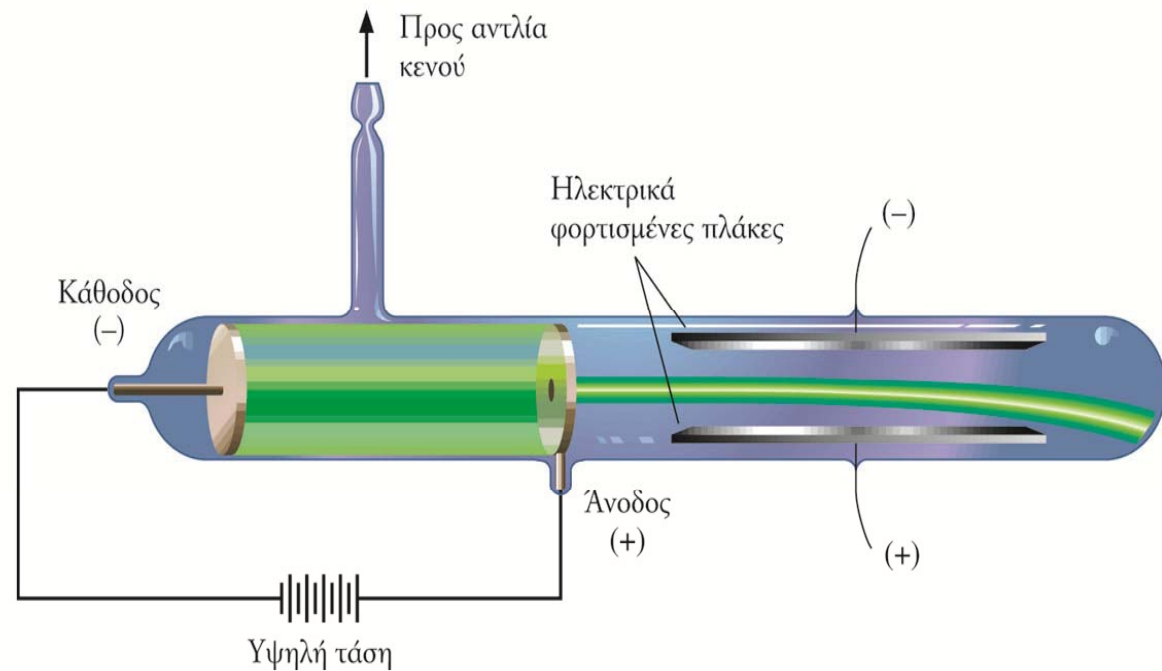
Rutherford (1911): Ατομικό πρότυπο του ατόμου... όλη σχεδόν η μάζα του ατόμου είναι συγκεντρωμένη στο θετικά φορτισμένο πυρήνα, γύρω από τον οποίο κινούνται τα αρνητικά φορτισμένα ηλεκτρόνια.

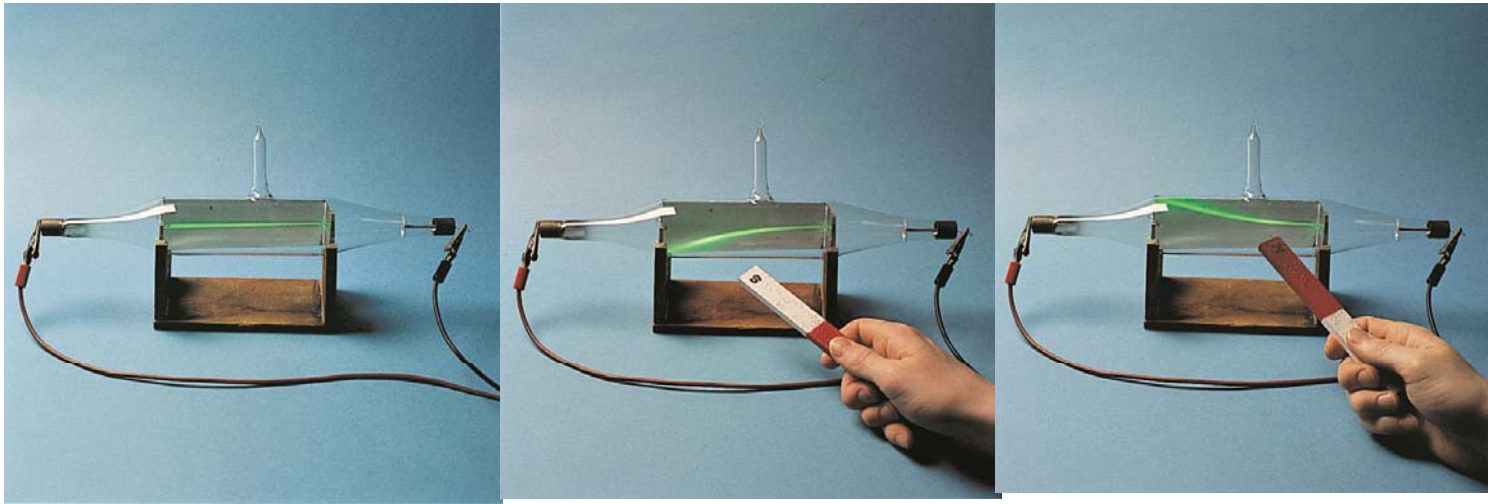
Δομή του Ατόμου



➤ Το πρώτο υποατομικό σωματίδιο που ανακαλύφτηκε ήταν το ηλεκτρόνιο από τον **J.J. Thomson** (1856-1940, Βραβείο Nobel στη Φυσική το 1906).

- Ο **Thomson** έκανε έρευνα με καθοδικές ακτίνες
- Κινούμενο φορτισμένο σωματίδιο συμπεριφέρεται σαν μαγνήτης και αλληλεπιδρά με ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία
- υπολόγισε το λόγο $e/m = -1,76 \times 10^8 \text{ C/g}$
- Ο **R. A. Millikan** (1868-1953, βραβείο Nobel στη Φυσική το 1923) προσδιόρισε τελικά το φορτίο του ηλεκτρονίου ίσο με $-1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$ και μάζα $9,1095 \times 10^{-28} \text{ g}$





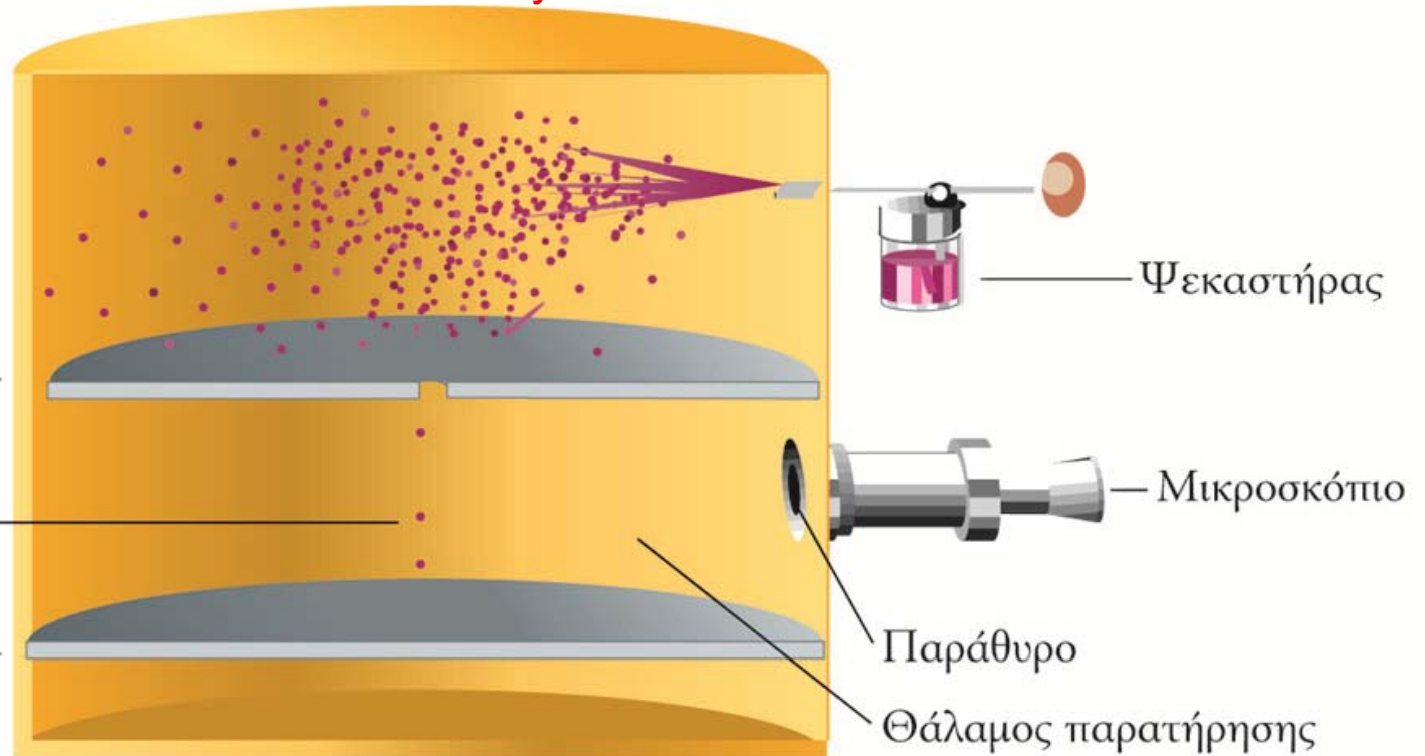
Robert A. Millikan
 The Nobel Prize in Physics 1923

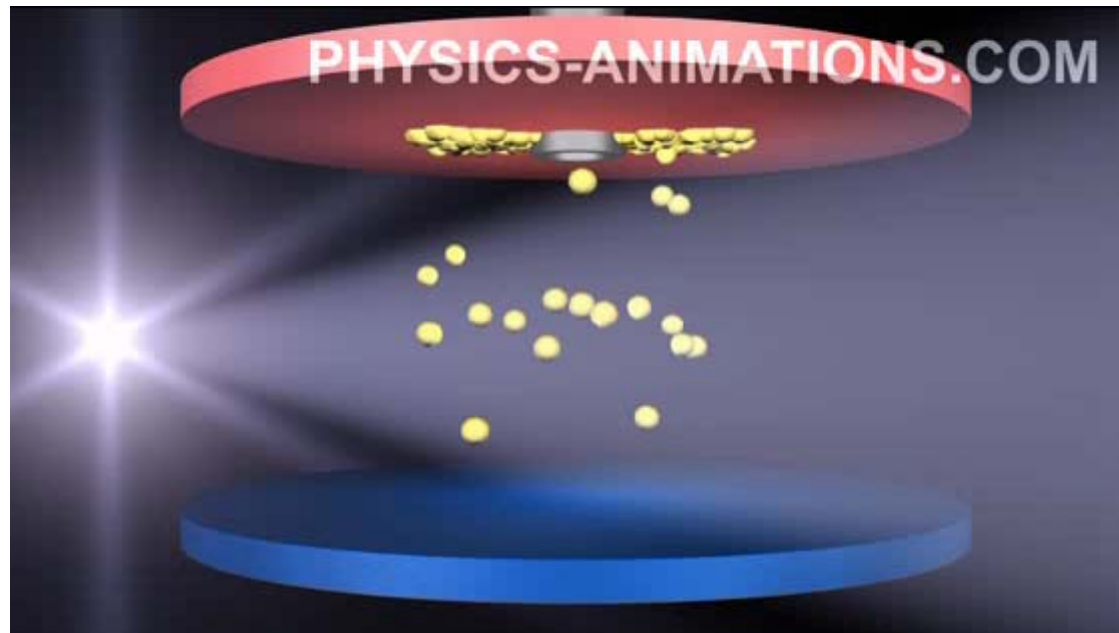


Φορτισμένη (+)
 πλάκα

Φορτισμένη
 σταγόνα λαδιού

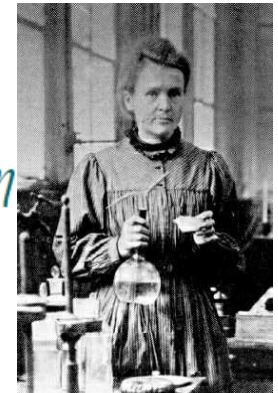
Φορτισμένη (-)
 πλάκα





Ραδιενέργεια

- Το 1895 ο Wilhelm Rontgen έκανε πειράματα καθοδικών ακτίνων με γυαλί και μέταλλα.
 - παρατήρησε εκπομπή ακτινοβολίας υψηλής ενέργειας και διεισδυτικής ικανότητας (X-rays).
- Η Marie Curie μαθήτρια του Antoine Becquerel (Nobel στη Φυσική το 1903) εντελώς τυχαία παρατήρησε ότι μια ένωση του ουρανίου προκαλούσε μαύρισμα σε φωτογραφικές πλάκες.
- Η Marie Curie πρότεινε το όνομα ραδιενέργεια (η αυθόρμητη διάσπαση ενός ατόμου με εκπομπή σωματιδίων και/ή ακτινοβολίας)
 - Τρία είδη ακτίνων α , β και γ .
 - Κανένα στοιχείο δεν μπορεί να εκπέμπει ταυτόχρονα και τα τρία είδη ακτίνων.



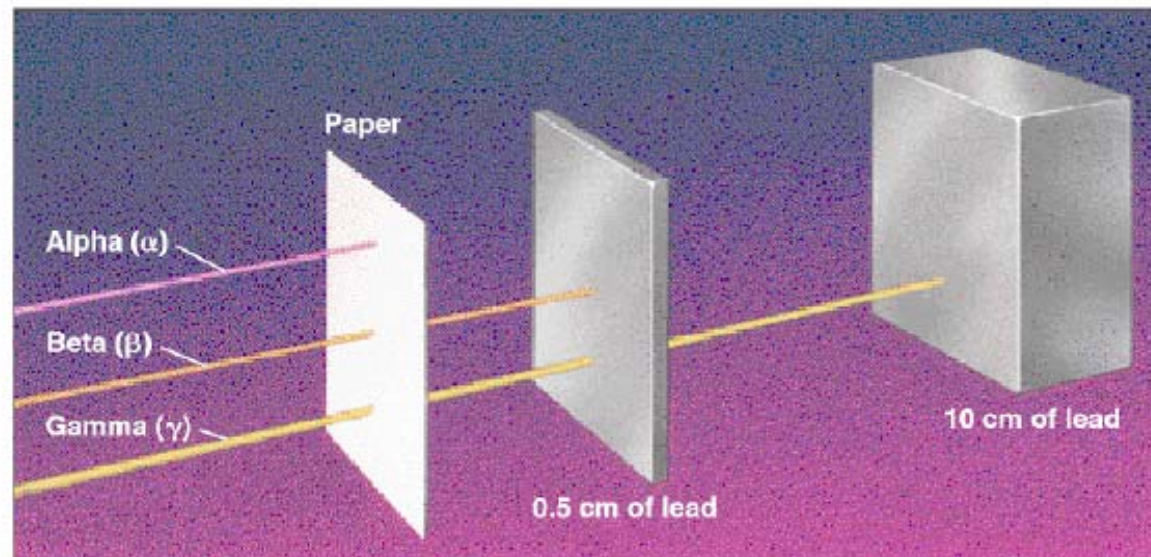
Ραδιενέργεια



Marie Curie

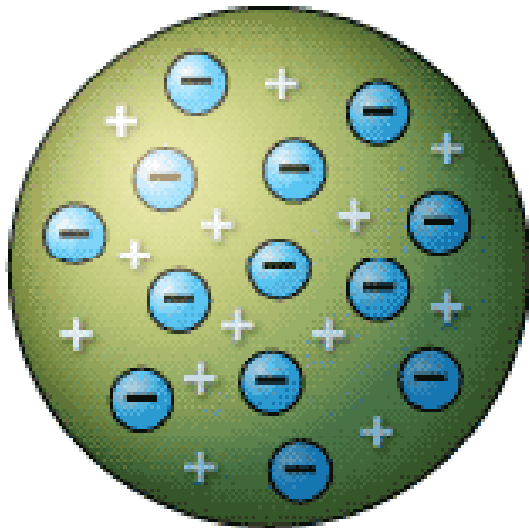
Marya Sklodowska Curie (1867-1934) Nobel Φυσικής το 1903 και Χημείας το 1911.
Προτάθηκε να γίνει μέλος της Γαλλικής Ακαδημίας Επιστημών αλλά η πρόταση απορρίφθηκε με το αιτιολογικό ότι ήταν γυναίκα.

Ραδιενέργεια



Δομή του Ατόμου

- Στις αρχές του 1900 μερικοί επιστήμονες, συμπεριλαμβανομένου και του Thomson, αποδέχονταν το λεγόμενο "plum pudding" model

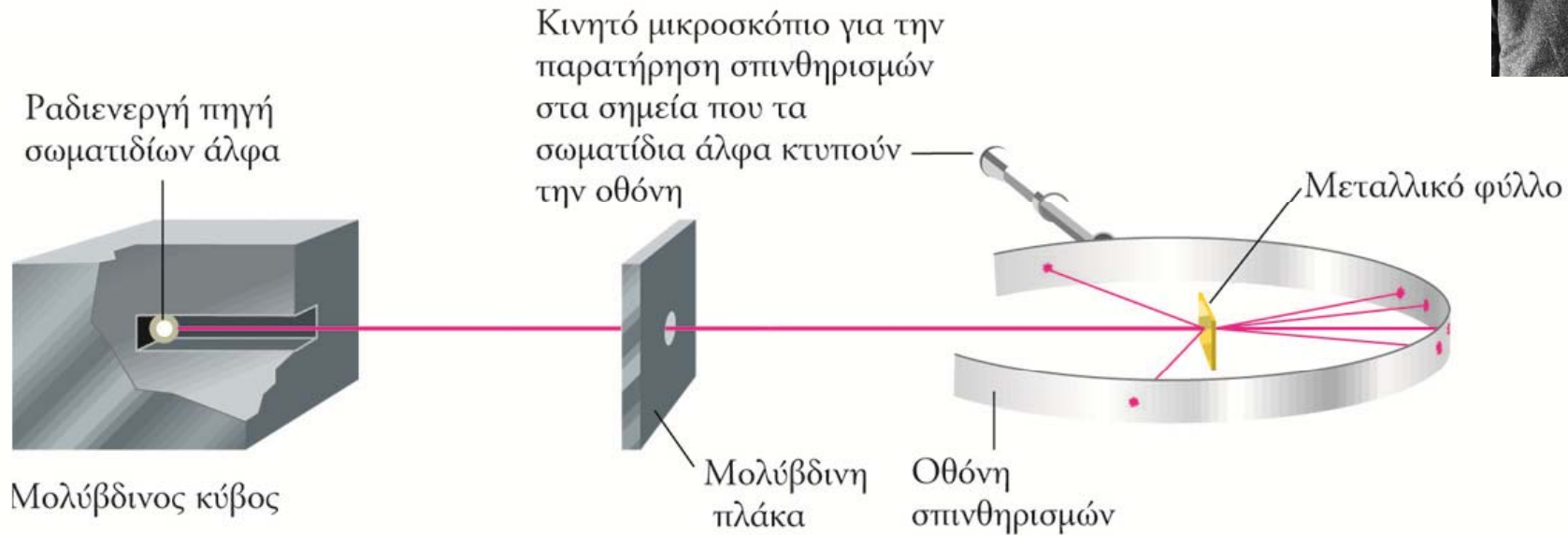
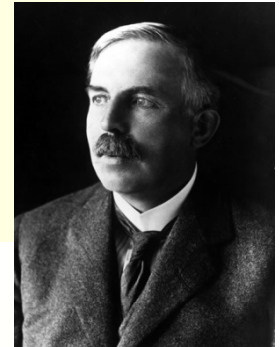


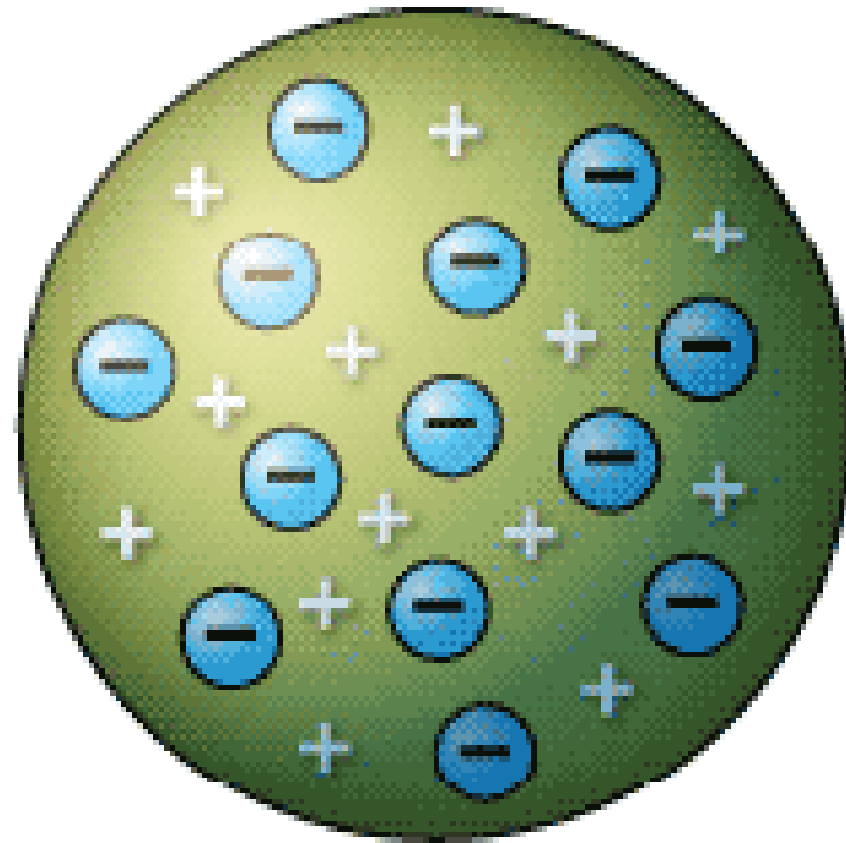
A Quantum Theory for Atomic Structure Early Models

The first model of the atom was developed by J.J. Thomson and Lord Kelvin in 1904. They called it the 'plum pudding' model because the negative electrons (the plums) were embedded in a sphere of uniform positive charge (the pudding).

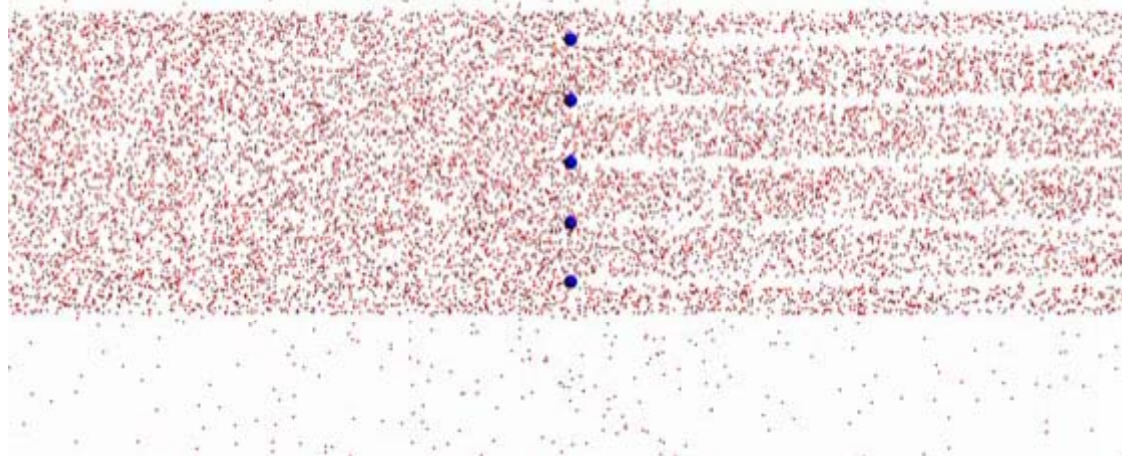
Δομή του Ατόμου

- Πείραμα του **Rutherford** (1871-1937 Νεοζηλανδός Φυσικός, Nobel στη Χημεία το 1908) με τους
 - **Hans Geiger** και **Ernest Marsden**:
 - Βομβαρδισμός φύλλου χρυσού με α-σωματίδια

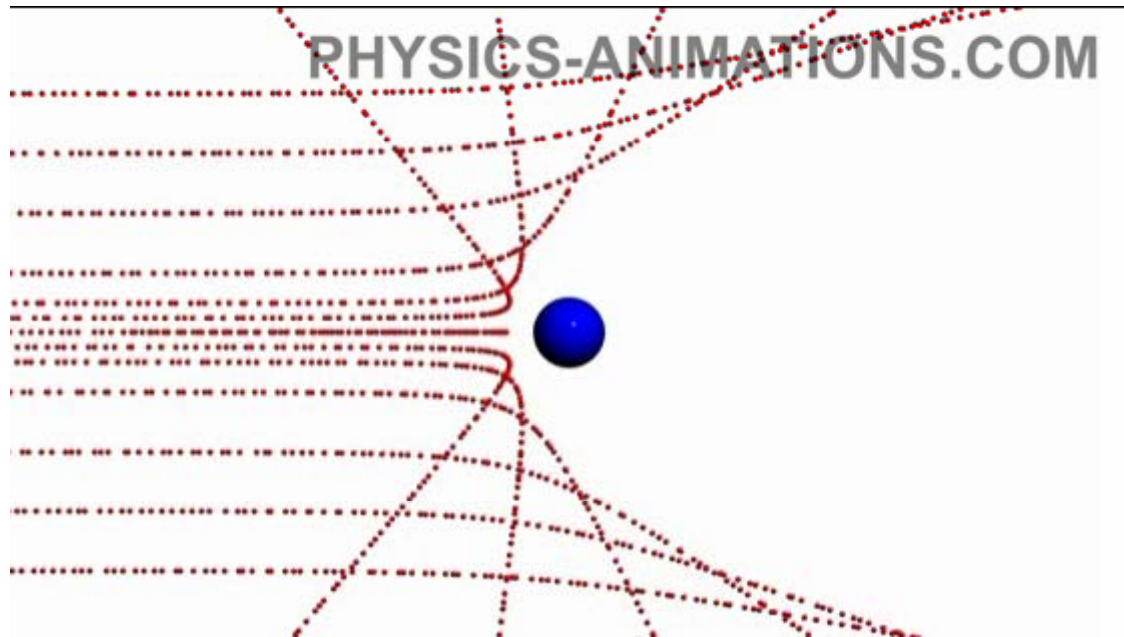




PHYSICS-ANIMATIONS.COM



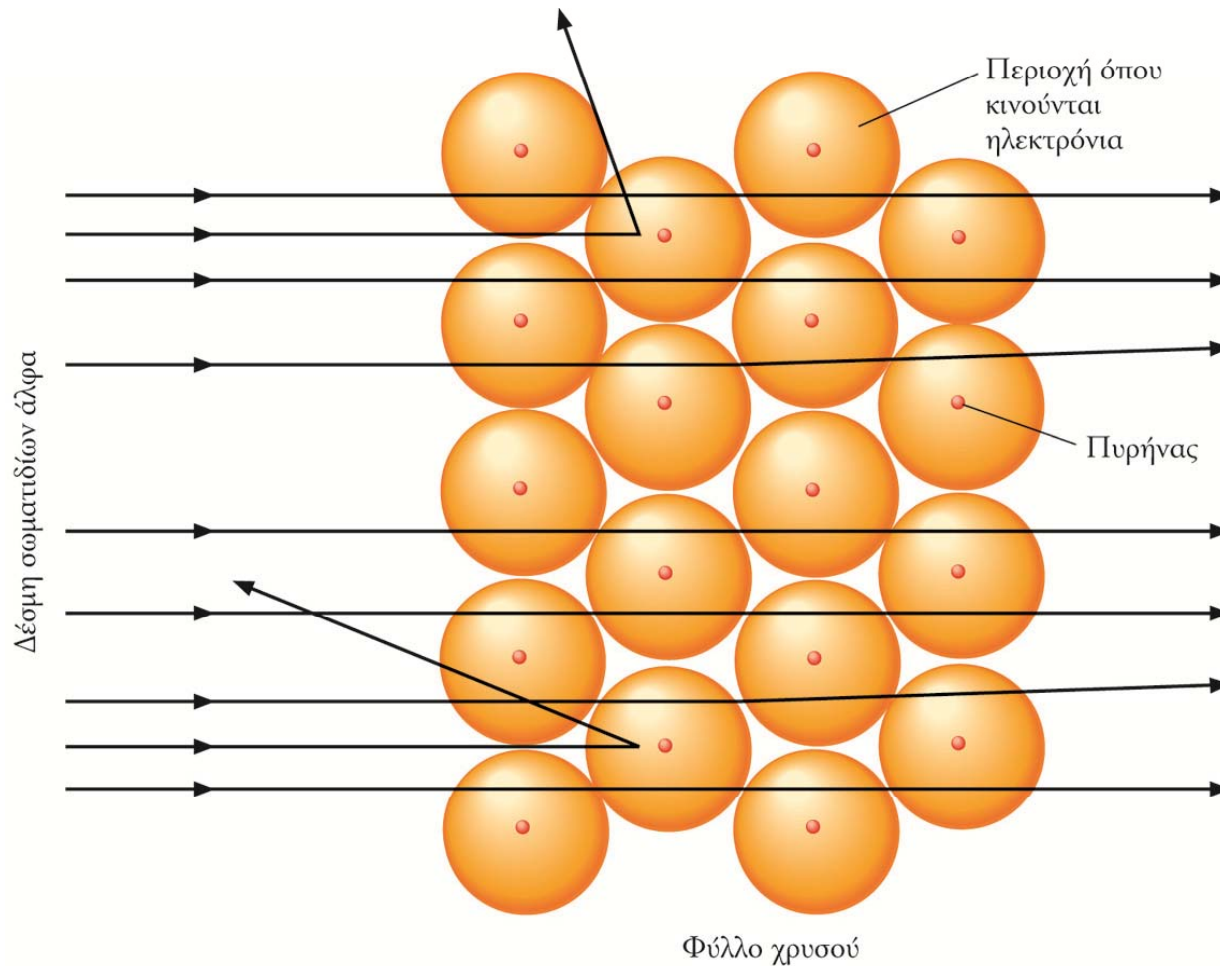
PHYSICS-ANIMATIONS.COM



Δομή του Ατόμου

➤ Αποτελέσματα πειράματος σκέδασης:

– Το μοντέλο του Rutherford για το άτομο

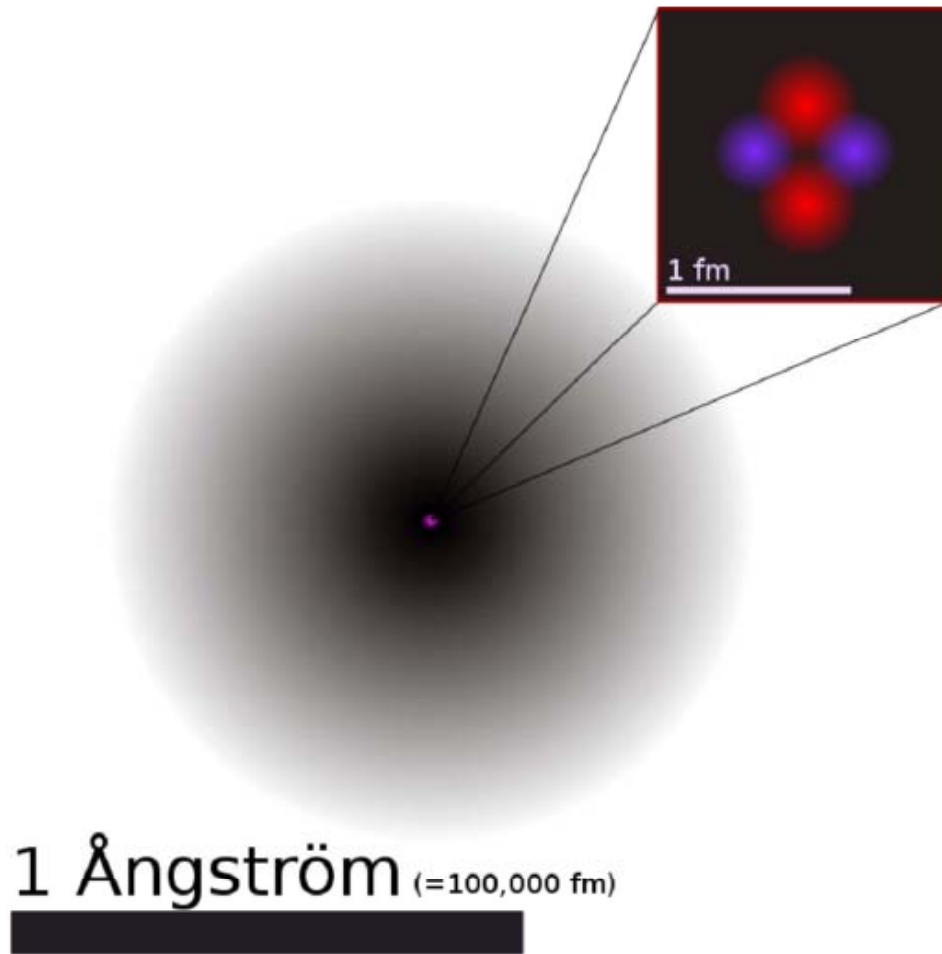




Δομή του Ατόμου

- Η ανακάλυψη από τον Rutherford των σκεδαζόμενων α-σωματιδίων οδήγησε στα παρακάτω συμπεράσματα:
 - ✦ Τα άτομα έχουν πυρήνα (ένα θετικά φορτισμένο χώρο που καταλαμβάνει πολύ μικρό όγκο αλλά περιέχει το μεγαλύτερο ποσοστό της μάζας του ατόμου ~99,95%)
 - ✦ Τα ηλεκτρόνια πρέπει να κινούνται γύρω από τον θετικά φορτισμένο πυρήνα

Helium atom



Ηλεκτρόνια: αρνητικό φορτίο και μικρότερη μάζα από όλα τα τρία.

Πρωτόνια: θετικό φορτίο και μάζα περίπου 1836 φορές μεγαλύτερη από αυτή των ηλεκτρονίων

Νετρόνια: όχι φορτίο και μάζα περίπου 1838 φορές μεγαλύτερη από αυτή των ηλεκτρονίων.

Δομή του Ατόμου - Νετρόνιο

- © 1920 Ο **Ernest Rutherford** αναφέρθηκε στη πιθανή ύπαρξη του νετρονίου
- © 1930 δύο Γερμανοί φυσικοί ο **W. Bothe and H. Becker**, παρατήρησαν εκπομπή ασυνήθιστα διεισδυτικής ακτινοβολίας από βομβαρδισμό Be με α-σωματίδια.
- © 1931 Ο **Joliot-Curie** ανακάλυψε ότι αυτές οι εκπομπές παράγαν μεγάλο αριθμό πρωτονίων όταν περνούσαν μέσα από υλικά που περιείχαν υδρογόνο, κάτι που δεν είχε παρατηρηθεί ποτέ με ακτίνες γ.
- © 1932 Ο **James Chadwick** έδειξε πειραματικά ότι αυτές οι ασυνήθιστες εκπομπές διεισδυτικής ακτινοβολίας από βομβαρδισμό Be με α-σωματίδια ήταν **νετρόνια**.

The Fermi National Accelerator Laboratory in Batavia, Illinois, USA





CERN

European Organization for Nuclear Research



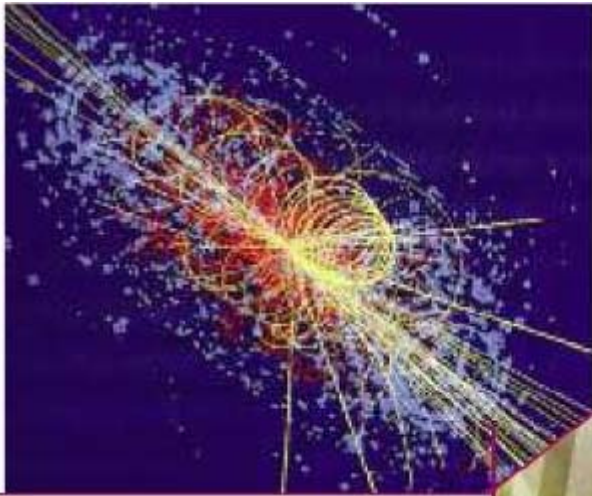
Seeking answers to questions about the Universe
What is it made of?
How did it come to be the way it is?

Uniting 7000 scientists from more than 80 countries,
CERN is a laboratory for the world

Advancing the frontiers of technology and engineering

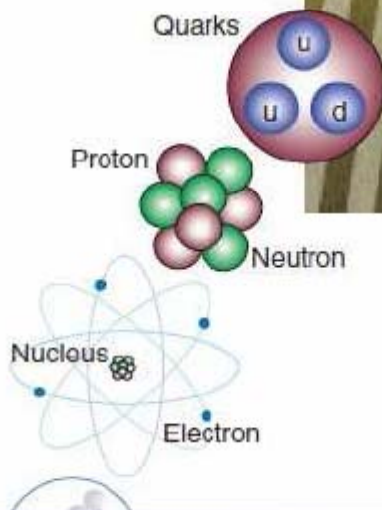
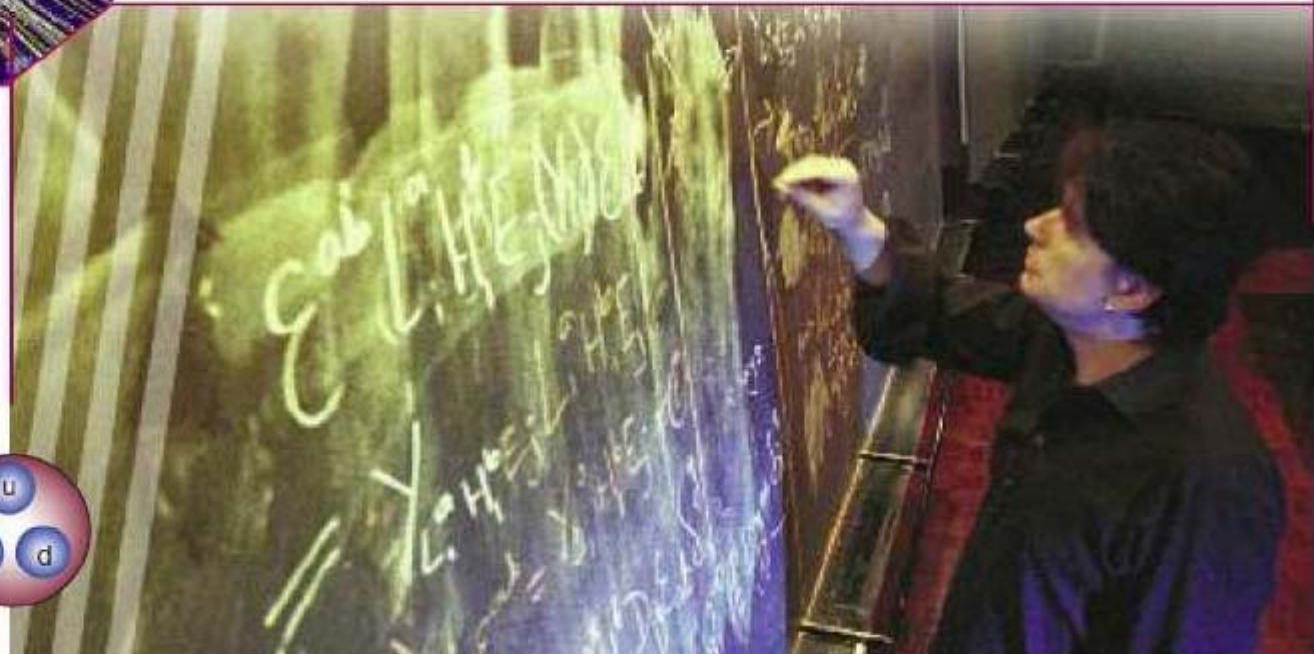
Training the young scientists and engineers who will be
the experts of tomorrow

CERN, the European Organization for Nuclear Research, was founded in 1954. It has become a prime example of international collaboration, with currently 20 Member States. It is the biggest particle physics laboratory in the world, and sits astride the Franco-Swiss border near Geneva.



CERN is a laboratory where scientists unite to study the building blocks of matter and the forces that hold them together.

The basic building blocks are tiny particles, much smaller even than atoms. Four kinds of these elementary particles are needed to account for all the matter we see in the world around us. These are the up-quark, the down-quark, the electron and the electron-neutrino.



Forces

Gravitational



Weak

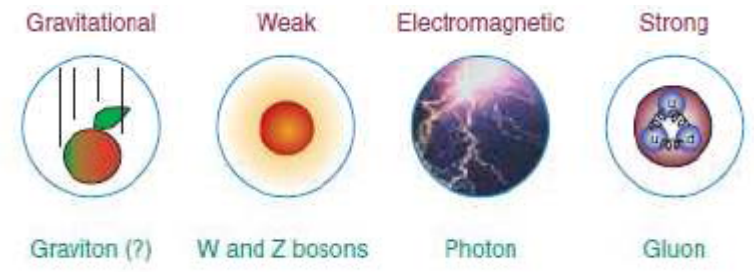
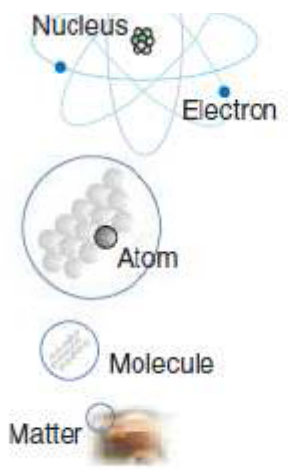


Electromagnetic



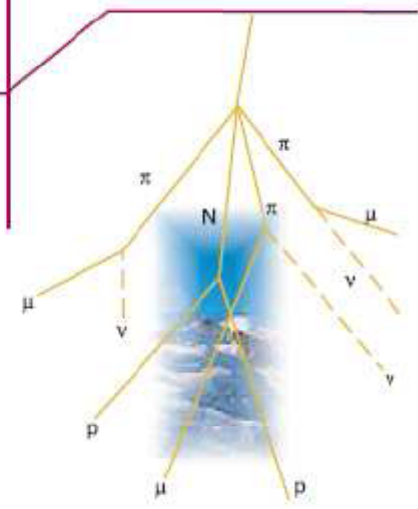
Strong





Carriers

Further kinds of elementary particle exist in nature, for example in cosmic rays. These are invisible showers of particles created when energetic particles from outer space crash into the Earth's atmosphere. In all there are 12 types of particle that form two groups – quarks and leptons (electron-like particles).



Different forces act between the particles. The strong force, the electromagnetic force and gravity glue the particles together into bigger structures, from the invisibly small atoms to huge galaxies of millions of stars. The weak force changes particles and atoms from one type to another, as in reactions that fuel the sun. The forces are themselves carried by particles that are different from the particles of matter. Force-carrying particles have only a fleeting existence as they carry information from one matter particle to another.

- 1957: First accelerator, the Synchrocyclotron (SC), begins operation
- 1959: Proton Synchrotron (PS) begins operation
- 1968: Georges Charpak invents multiwire proportional chamber (Nobel Prize 1992)
- 1971: Intersecting Storage Rings (ISR) start operation, the world's first proton-proton collider
- 1973: Discovery of "neutral currents" first confirmation of the electroweak theory
- 1976: Super Proton begins operation

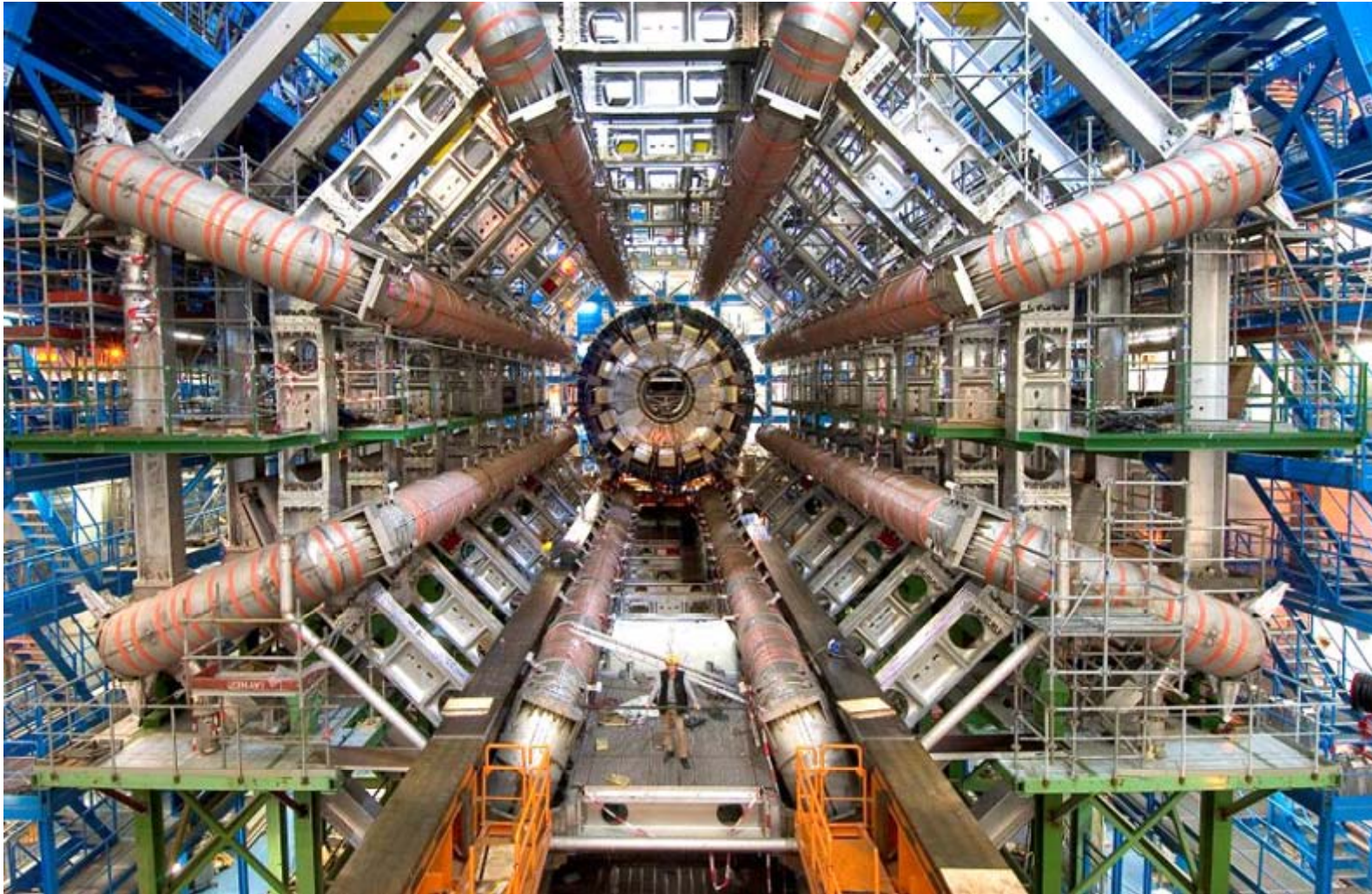
Physicists at CERN explore matter using machines called particle accelerators. These accelerate beams of particles and smash them into each other, or into other targets, to create high energy conditions similar to those in the first instants of the Universe.



Accelerators use powerful electric fields to give energy to beams of particles, and magnetic fields to guide the beams through the machines. The bigger machines are circular and the magnetic fields are used to steer the particles round and round a ring, so that they collect energy with each lap.



CERN is currently building its most powerful machine ever, the Large Hadron Collider, or LHC. This machine is being installed in a tunnel 27 km in circumference which housed a previous machine, the Large Electron Positron collider, LEP. By studying collisions at higher energies than ever before, physicists working with the LHC will make further progress in understanding the mysteries of how our Universe is made and how it came to be.



CERN LHC



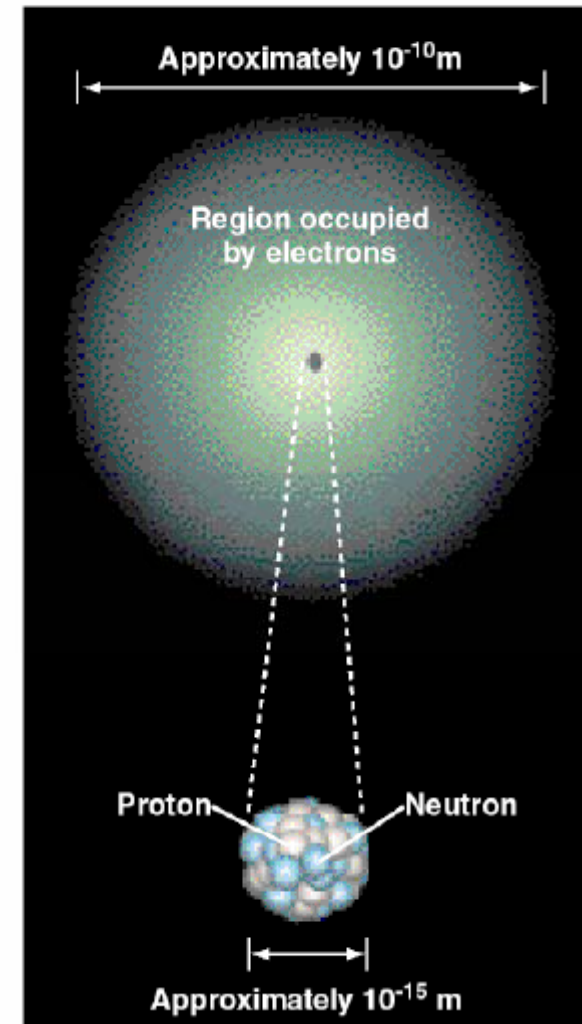
"Geneva, 10 September 2008. The first beam in the Large Hadron Collider at [CERN](#) was successfully steered around the full 27 kilometres of the world's most powerful particle accelerator at 10h28 this morning. This historic event marks a key moment in the transition from over two decades of preparation to a new era of scientific discovery."

A moment of history: the biggest physics experiment of all time. Can CERN recreate the conditions that pertained in the universe within a fraction of a second after the Big Bang? And how will this massive undertaking advance our knowledge? Time will tell.

Δομή του Ατόμου

■ Ορισμοί:

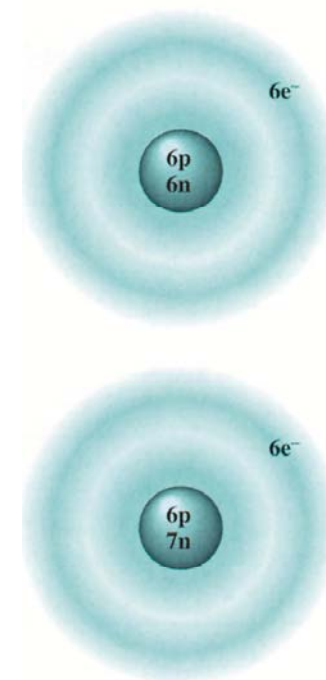
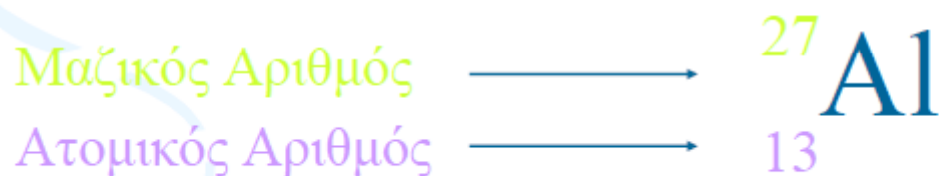
- **Πρωτόνιο:** θετικά φορτισμένο υποατομικό σωματίδιο του πυρήνα
 - $m = 1,67252 \times 10^{-24} \text{ g}$
 - $q = 1,6022 \times 10^{-24} \text{ C}$
- **Νετρόνιο:** ηλεκτρικά ουδέτερο υποατομικό σωματίδιο του πυρήνα
 - $m = 1,675 \times 10^{-24} \text{ g}$
 - $q = 0 \text{ C}$
- Τα πρωτόνια και νετρόνια έχουν περίπου την ίδια μάζα



Δομή του Ατόμου

- Νέα ορολογία:

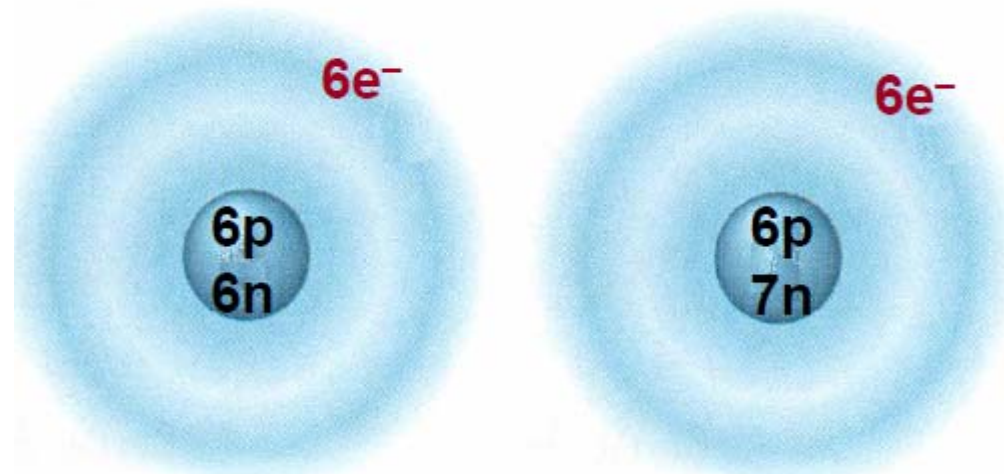
- **Ατομικός Αριθμός (Z):** Αριθμός πρωτονίων του πυρήνα
- **Μαζικός Αριθμός (A):** Συνολικός αριθμός πρωτονίων και νετρονίων του πυρήνα
- **Ισότοπα:** Άτομα των οποίων οι πυρήνες έχουν τον ίδιο ατομικό αριθμό αλλά διαφορετικό μαζικό αριθμό



Τί είναι:

Χημικό Στοιχείο: η ουσία που αποτελείται από άτομα με ίδιο Ατομικό Αριθμό. Συμβολίζεται με ένα ή δύο λατινικά γράμματα.

Ισότοπα: Άτομα με ίδιο αριθμό πρωτονίων αλλά με διαφορετικό αριθμό νετρονίων στον πυρήνα τους.



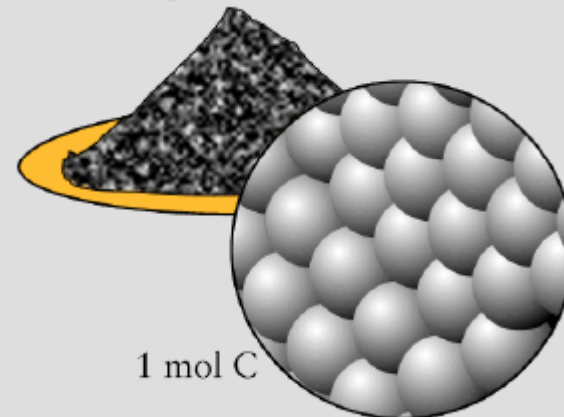
Τα δύο φυσικά ισότοπα
του άνθρακα

Η έννοια του Mole

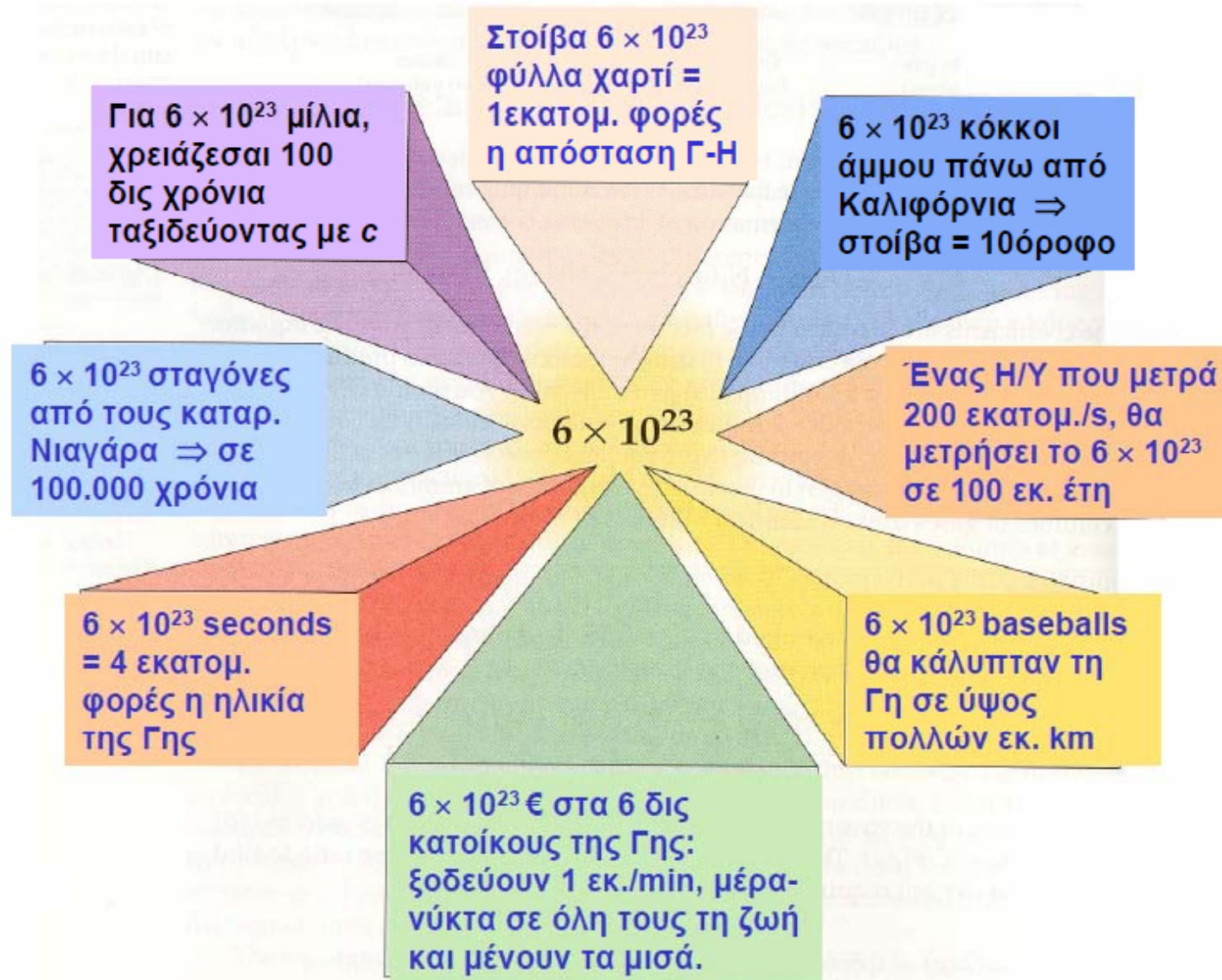
- Αριθμός του Ανογαδρο (1776-1856 Ιταλός Δικηγόρος, Μαθηματικός και Φυσικός) ($N_A = 6,0221367 \times 10^{23}$) είναι ο αριθμός των ατόμων ενός δείγματος 12 g του ισότοπου του $^{12}_6\text{C}$
- Mole είναι η ποσότητα ουσίας η οποία περιέχει τόσα μόρια όσα και ο αριθμός του Ανογαδρο.
- Γραμμομοριακή μάζα μιας ουσίας είναι η μάζα ενός mole της ουσίας.



12 g carbon-12



Πόσο μεγάλος είναι ο αριθμός του Avogadro;

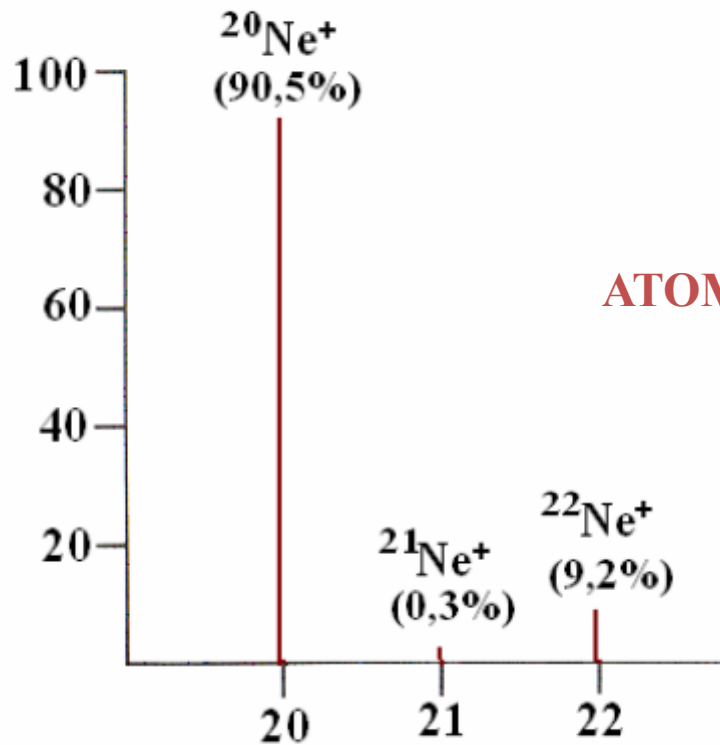


Δομή του Ατόμου

- Ατομική μονάδα μάζας (amu)
 - 1 amu = 1/12 της μάζας ενός ατόμου
 - 1 amu = $1,66 \times 10^{-24}$ g και $^{12}_6\text{C}$
 - 1 g = $6,02 \times 10^{23}$ amu
- Η μονάδα ατομικής μάζας καλείται επίσης και *Dalton*
- Οι πίνακες ατομικών βαρών περιέχουν τη μέση ατομική μάζα ενός στοιχείου

ΑΤΟΜΙΚΟ ΒΑΡΟΣ: μέση ατομική μάζα του στοιχείου
εκφρασμένη σε amu

Εκατοστιαία φυσική αναλογία



ΑΤΟΜΙΚΟ ΒΑΡΟΣ: μέση ατομική μάζα του στοιχείου εκφρασμένη σε amu

Μάζες ισοτόπων

19,992 20,994 21,991 u

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2

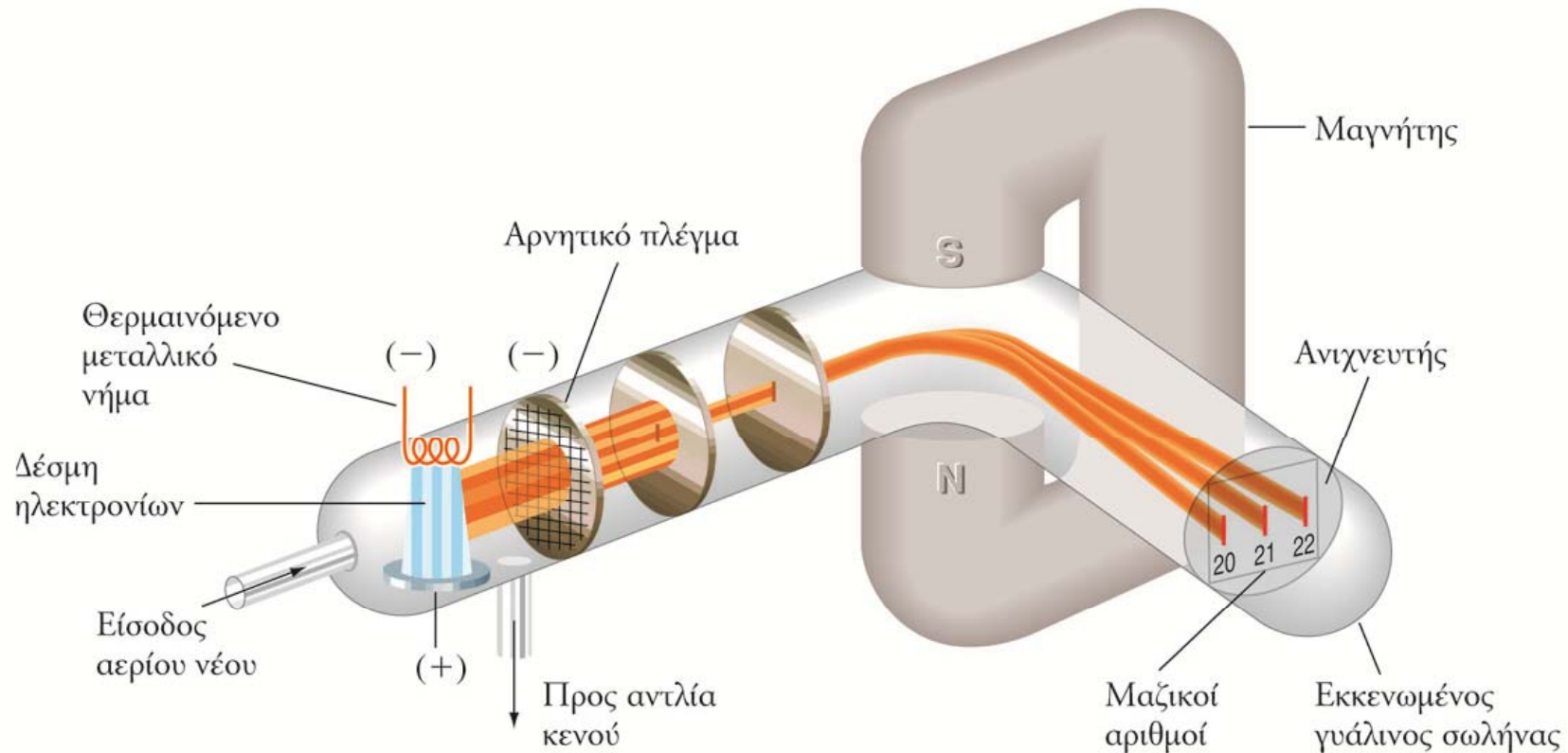
Ιδιότητες του ηλεκτρονίου, πρωτονίου και νετρονίου

Σωματίδιο	Μάζα (kg)	Φορτίο (C)	Μάζα (amu)*	Φορτίο (e)
Ηλεκτρόνιο	$9,10939 \times 10^{-31}$	$-1,60218 \times 10^{-19}$	0,00055	-1
Πρωτόνιο	$1,67262 \times 10^{-27}$	$+1,60218 \times 10^{-19}$	1,00728	+1
Νετρόνιο	$1,67493 \times 10^{-27}$	0	1,00866	0

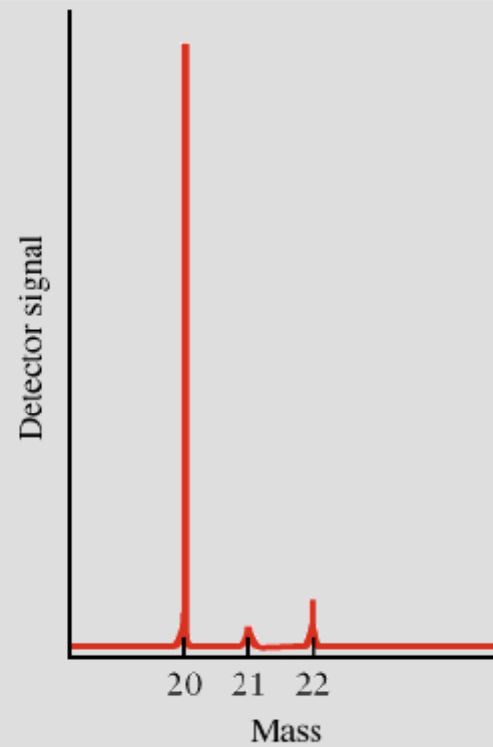
*Η ατομική μονάδα μάζας (amu) ισούται με $1,66054 \times 10^{-27}$ kg και ορίζεται στην Ενότητα 2.4.

Δομή του Ατόμου – Φασματογράφος Μάζας

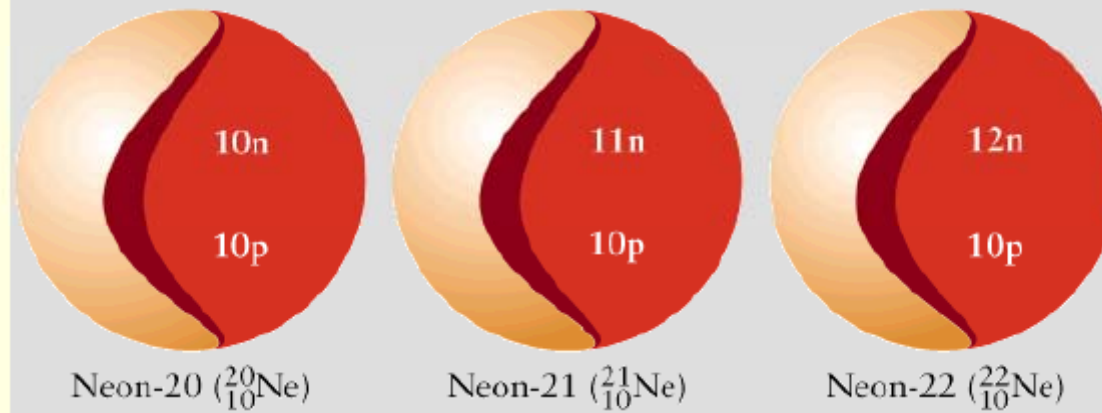
- Τα θετικά ιόντα που δημιουργούνται μετά από βομβαρδισμό του δείγματος με ηλεκτρόνια, περνούν μέσα από ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία για να διαχωριστούν ανάλογα με τη μάζα τους.
- Η κυκλική τροχιά που εξαναγκάζονται να διαγράψουν εξαρτάται από το λόγο m/e



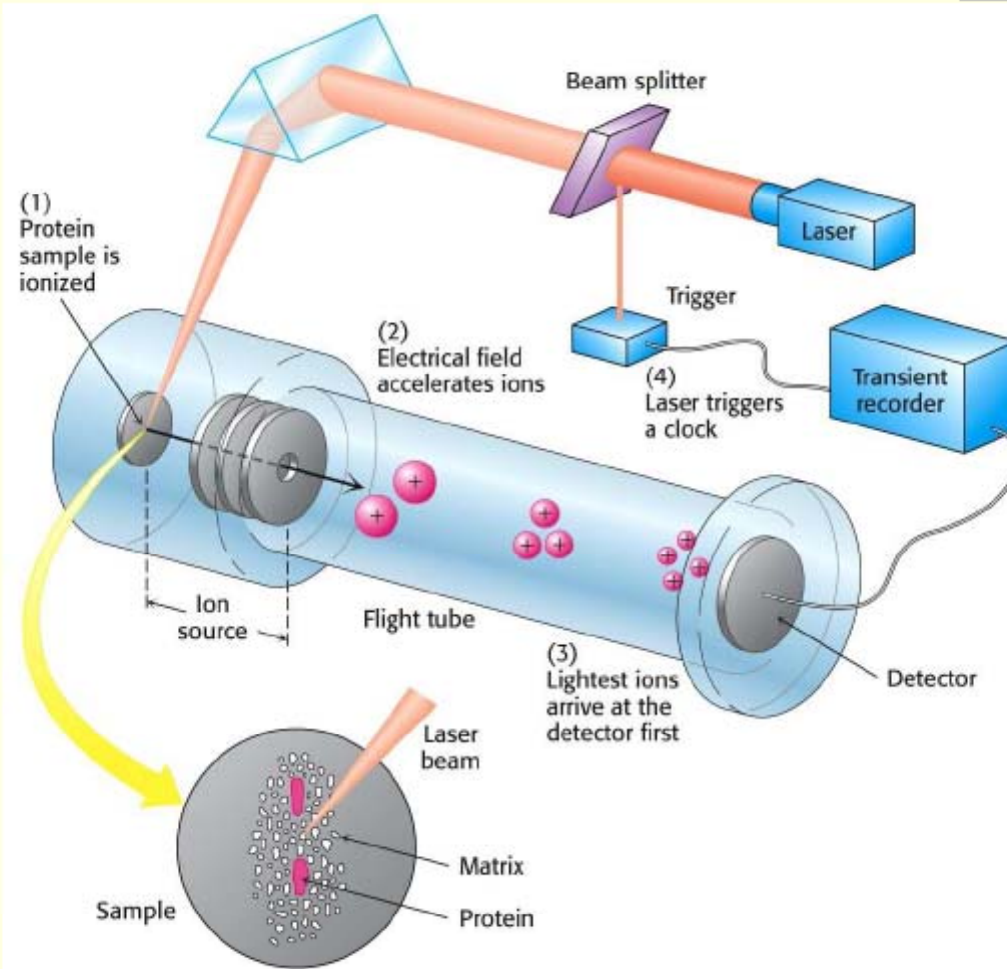
Δομή του Ατόμου



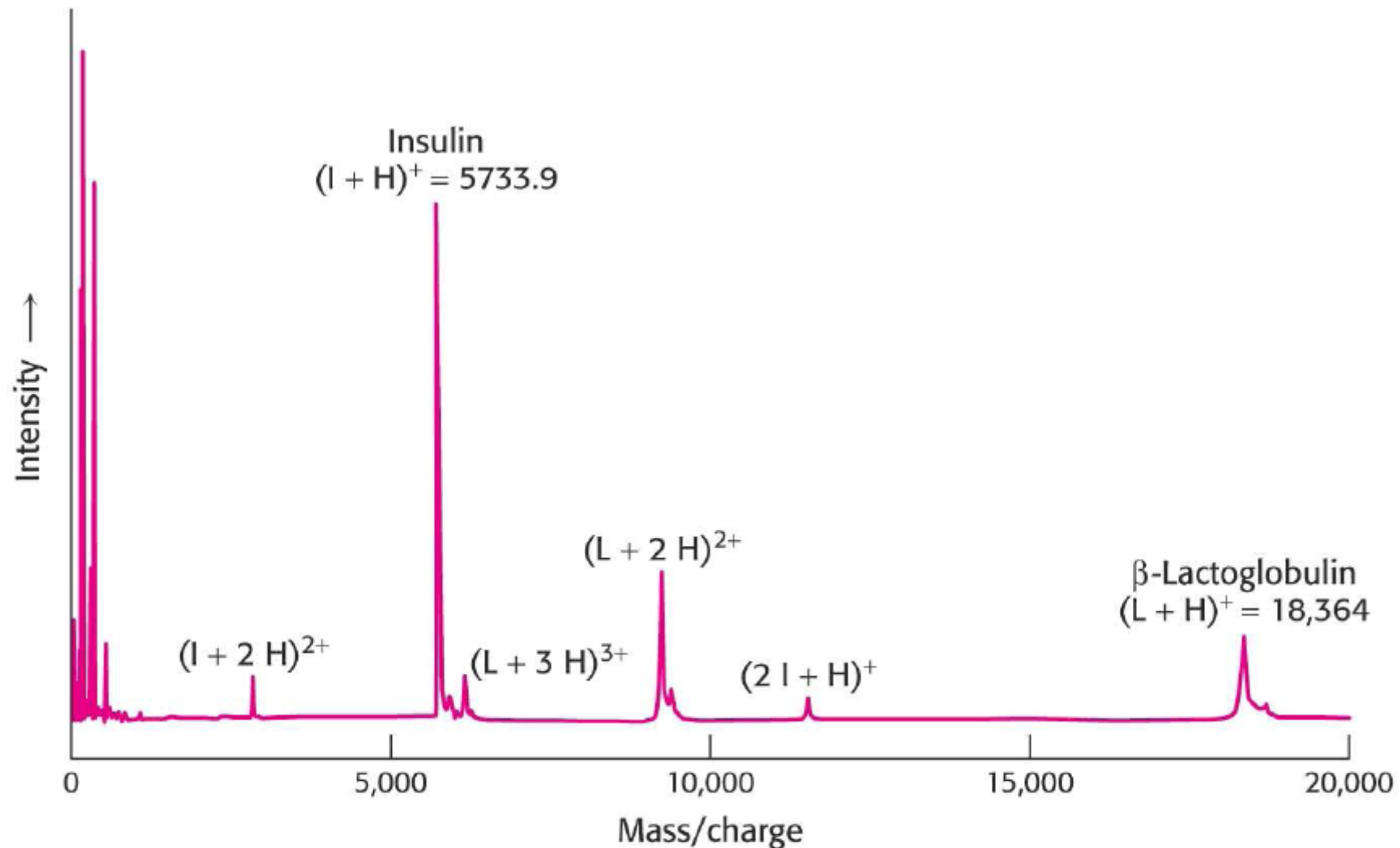
Δομή του Ατόμου



Mass Spectrometry can accurately determine the mass of proteins



The Time of Flight of the protein ions is related to the mass to charge ratio of the protein ion



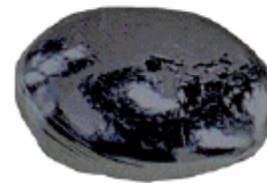
Πυκνότητα πυρήνα

■ $r=5 \times 10^{-5} \text{ \AA}$, $m=1 \times 10^{-22} \text{ g}$

■ $d=m/V$

■ $r = (5 \times 10^{-5} \text{ \AA})(1 \times 10^{-8} \text{ cm} / 1 \text{ \AA}) =$
 $= 5 \times 10^{-13} \text{ cm}$

76
Os



Osmium

Atomic Weight	190.2
Melting Point	3318.2 K
Boiling Point	5298 K
1st Ionization Energy	840 kJ/mol
Density	22.57 g/cm ³
Electron Configuration	[Xe] 4f ¹⁴ 5d ⁶ 6s ²
Atomic Radius	135

ΜΟΡΙΑ

Μια καθορισμένη ομάδα ατόμων που συνδέονται μεταξύ τους με χημικό τρόπο

Το μόριο είναι η μικρότερη σωματιδιακή μονάδα μιας χημικής ένωσης που διατηρεί τις χημικές τις ιδιότητες

$$1 \text{ mol} = 6.023 \times 10^{23} \text{ μόρια}$$

ΧΗΜΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ

Μοριακός

Ποιά/πόσα άτομα
αποτελούν το μόριο

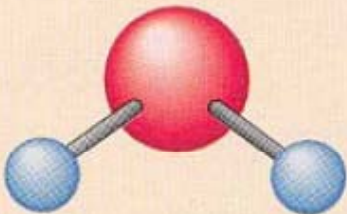
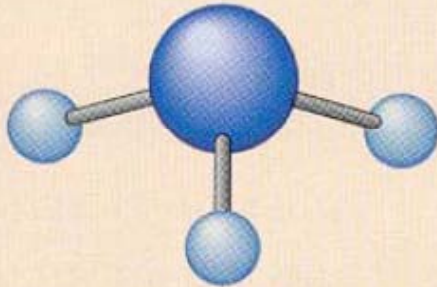
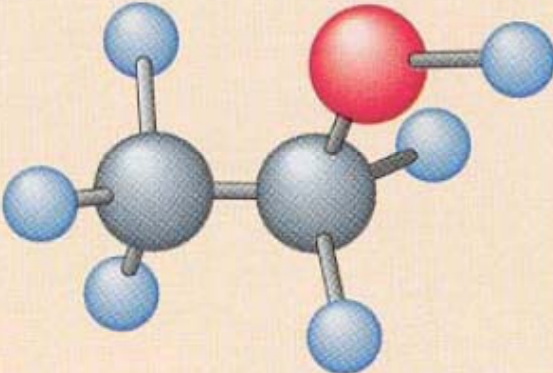
Συντακτικός

Πώς συνδέονται
τα άτομα με δεσμούς

Στεreoχημικός

Πως διατάσσονται
τα άτομα

Παραδείγματα μοριακών ενώσεων

	Νερό	Αμμωνία	Αιθανόλη
Μοριακός τύπος	H_2O	NH_3	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$
Συντακτικός τύπος	$\text{H}-\text{O}-\text{H}$	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{N}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
Μοριακό μοντέλο			
Μοριακό βάρος	18,0 amu	17,0 amu	46,0 amu

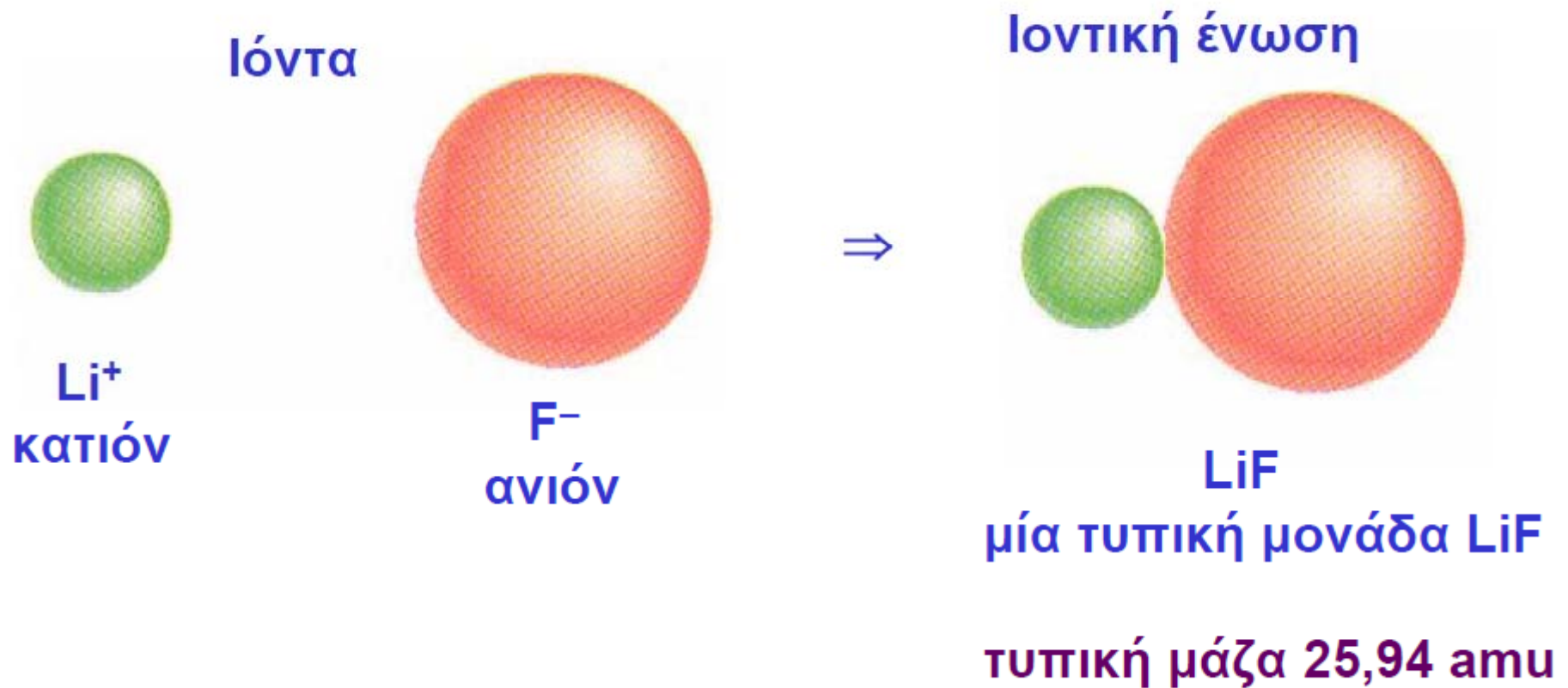
Ιόντα-Ιοντικές ενώσεις

Μοριακές Ενώσεις: Ουδέτερες

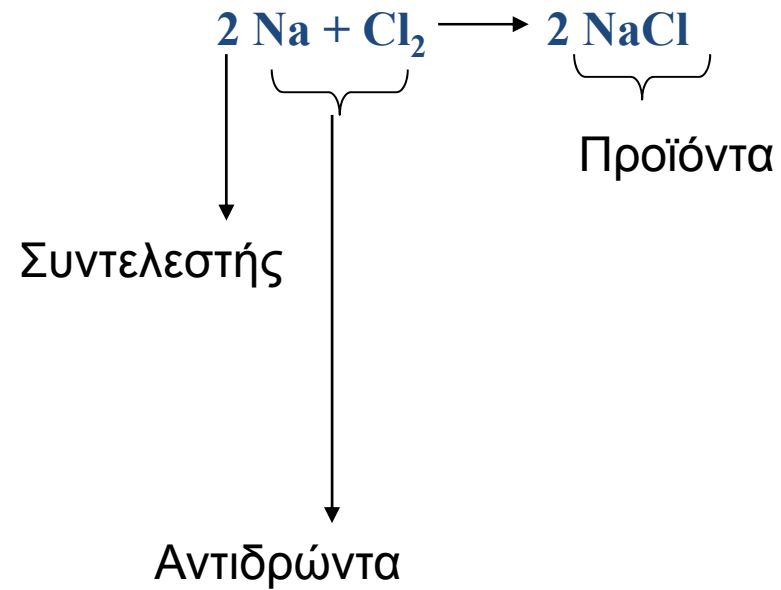
Ιοντικές Ενώσεις: Απαρτίζονται από ιόντα, τα οποία φέρουν ηλεκτρικό φορτίο

Ιόν = ηλεκτρικά φορτισμένο σωματίδιο που προκύπτει με προσθήκη ή αφαίρεση e^- από άτομο ή μόριο

Παράδειγμα ιοντικής ένωσης



ΧΗΜΙΚΗ ΕΞΙΣΩΣΗ

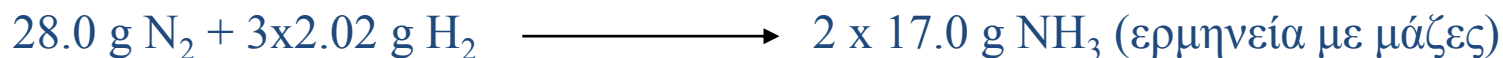
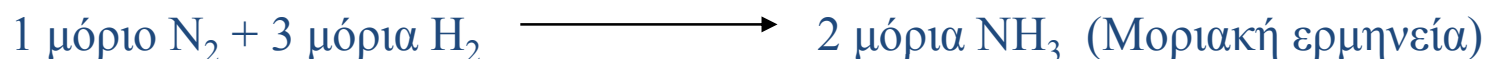
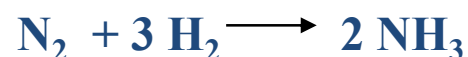


Ισοσταθμισμένη Χημική Εξίσωση

οι αριθμοί των ατόμων **κάθε** στοιχείου δεξιά και αριστερά του βέλους είναι ίσοι

Στοιχειομετρία

Υπολογισμός των ποσοτήτων αντιδρώντων και προϊόντων μιας χημικής αντίδρασης



Θεωρητική απόδοση: μέγιστη ποσότητα προϊόντος που μπορεί να ληφθεί σε μια αντίδραση από δεδομένες ποσότητες αντιδρώντων.

Εκατοστιαία απόδοση: πραγματική απόδοση / θεωρητική x 100 %

Μοριακό Βάρος: Άθροισμα A.B. όλων των στοιχείων που υπάρχουν σε ένα μόριο της ουσίας .

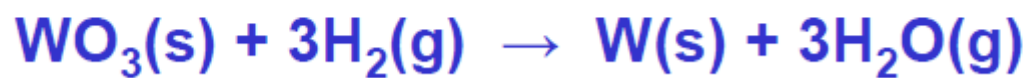
mol: ποσότητα μιας δεδομένης ουσίας η οποία περιέχει μόρια ή τυπικές μονάδες όσα ο αριθμός ατόμων που υπάρχουν σε ακριβώς 12 g του ^{12}C

Αριθμός Avogadro (N_A): Ο αριθμός ατόμων σε ένα δείγμα ^{12}C που ζυγίζει ακριβώς 12 g. $N_A = 6.0221367 \times 10^{23}$ άτομα

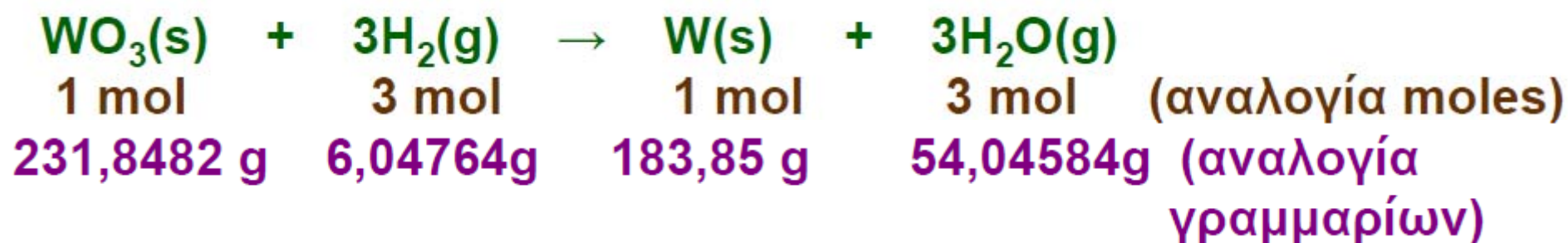
Γραμμομοριακή μάζα: μάζα ενός mol της ουσίας

Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί

Στους λαμπτήρες πυράκτωσης τα νήματα είναι φτιαγμένα από βολφράμιο, W. Το μέταλλο αυτό παράγεται από την αντίδραση του κίτρινου οξειδίου του βολφραμίου(VI), WO_3 , με υδρογόνο.



Πόσα γραμμάρια βολφραμίου μπορούν να ληφθούν από 4,81 kg υδρογόνου και περίσσεια οξειδίου του βολφραμίου(VI);



ΚΑΝΟΝΕΣ ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ

Μονοατομικά ιόντα

Ιόν	Όνομα	
Cr^{3+}	χρώμιο (III)	} ΚΑΤΙΟΝΤΑ
Mn^{2+}	μαγγάνιο (II)	
Fe^{2+}	σίδηρος (II)	
Fe^{3+}	σίδηρος (III)	
Br^-	ión βρωμ-ιδίου	} ΑΝΙΟΝΤΑ
Cl^-	ión χλωρ-ιδίου	
N^{3-}	ión νιτρ-ιδίου	
S^{2-}	ión σουλφ-ιδίου	

ΚΑΝΟΝΕΣ ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ

Πολυατομικά ιόντα: αποτελούνται από 2 ή περισσότερα άτομα, χημικά ενωμένα μεταξύ τους και φέρουν ένα καθαρά ηλεκτρικό φορτίο

Ιόν	Όνομα
NO_3^-	νιτρικό
NO_2^-	νιτρώδες
NH_4^+	αμμώνιο
CN^-	κυανίδιο
CO_3^{2-}	ανθρακικό
PO_4^{3-}	φωσφορικό
$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	θειοθειικό

ΚΑΝΟΝΕΣ ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ

Ιόν	Όνομα	
NO_3^-	νιτρικό	
NO_2^-	νιτρώδες	
ClO^-	υποχλωριώδες	
ClO^{2-}	χλωριώδες	
ClO^{3-}	χλωρικό	
ClO^{4-}	υπερχλωρικό	
HPO_4^{2-}	υδρογονοφωσφορικό	} όξινα ανιόντα (περιέχουν H)
HCO_3^-	υδρογονοανθρακικό	
Mg_3N_2	νιτρίδιο του μαγνησίου	
CrSO_4	θειικό χρώμιο (II)	

Ονοματολογία ανόργανων ενώσεων

Γράψτε τους τύπους και τα ονόματα των οξέων που σχηματίζονται από τα ακόλουθα ανιόντα:

	Ανιόν	Τύπος οξέος	Όνομα οξέος
(α)	PO_4^{3-}		
(β)	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$		
(γ)	Br^-		
(δ)	$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$		
(ε)	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$		
(στ)	ClO_2^-		
(ζ)	CN^-		
(η)	CO_3^{2-}		

Ο τύπος ενός οξέος: αν στο ανιόν προσθέσουμε τόσα κατιόντα H^+ ώστε να εξουδετερωθεί το φορτίο του ανιόντος.

Όνομα ενός οξυγονούχου οξέος: όνομα του ανιόντος + λέξη οξύ

Όνομα ενός οξέος υδριδίου: πρόθεμα υδρο- + κατάληξη -ικό για το άλλο στοιχείο + λέξη οξύ \Rightarrow

	Ανιόν	Τύπος οξέος	Όνομα οξέος
(α)	PO_4^{3-}	H_3PO_4	Φωσφορικό οξύ
(β)	$Cr_2O_7^{2-}$	$H_2Cr_2O_7$	Διχρωμικό οξύ
(γ)	Br^-	HBr	Υδροβρωμικό οξύ
(δ)	$C_2O_4^{2-}$	$H_2C_2O_4$	Οξαλικό οξύ
(ε)	$S_2O_3^{2-}$	$H_2S_2O_3$	Θειοθειικό οξύ
(στ)	ClO_2^-	$HClO_2$	Χλωριώδες οξύ
(ζ)	CN^-	HCN	Υδροκυανικό οξύ
(η)	CO_3^{2-}	H_2CO_3	Ανθρακικό οξύ



Ηλεκτρονική Δομή των Ατόμων



Κβαντική Θεωρία Ηλεκτρονική Δομή των Ατόμων

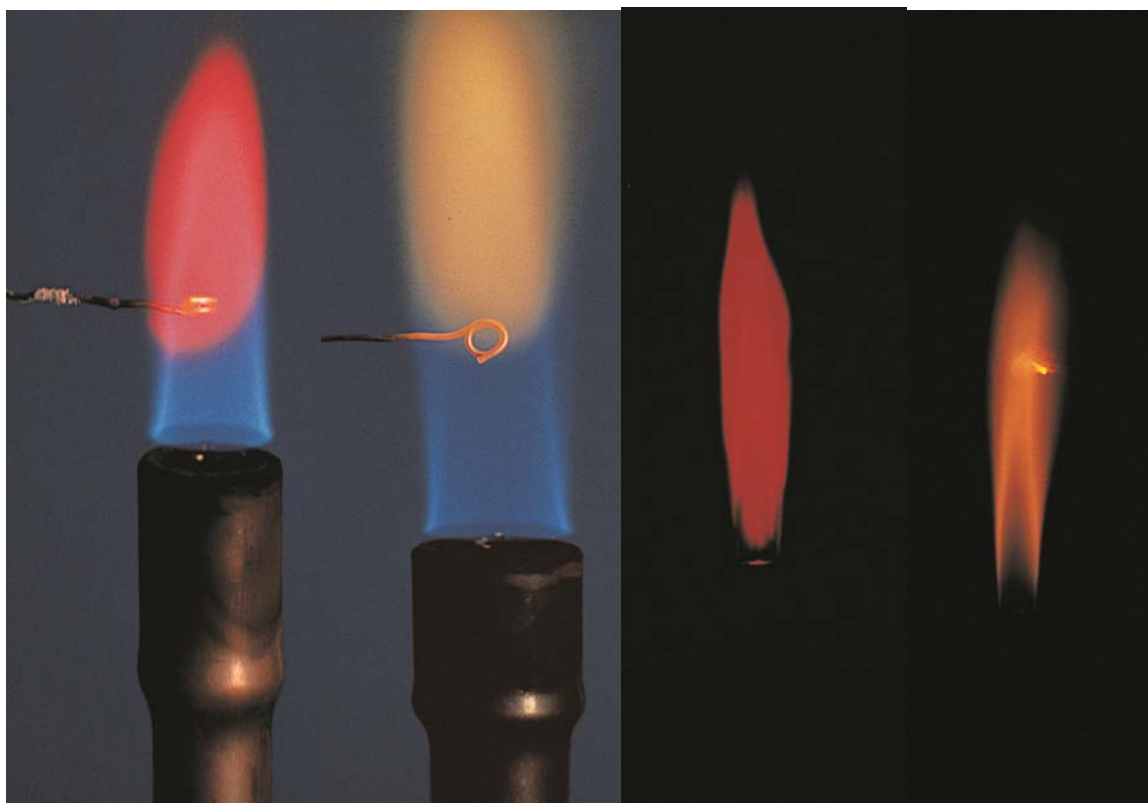
Η συμπεριφορά των μεμονωμένων ατόμων δεν έχει καμιά σχέση με τους νόμους που διέπουν τον μακρόκοσμο.

- Η αναγνώριση αυτού του γεγονότος οδήγησε στην ανάπτυξη της κβαντομηχανικής.



Κβαντική Μηχανική

**Φυσική θεωρία που
αναπτύχθηκε για να εξηγήσει
φαινόμενα που αδυνατούσε να
εξηγήσει η κλασσική
μηχανική**



Li

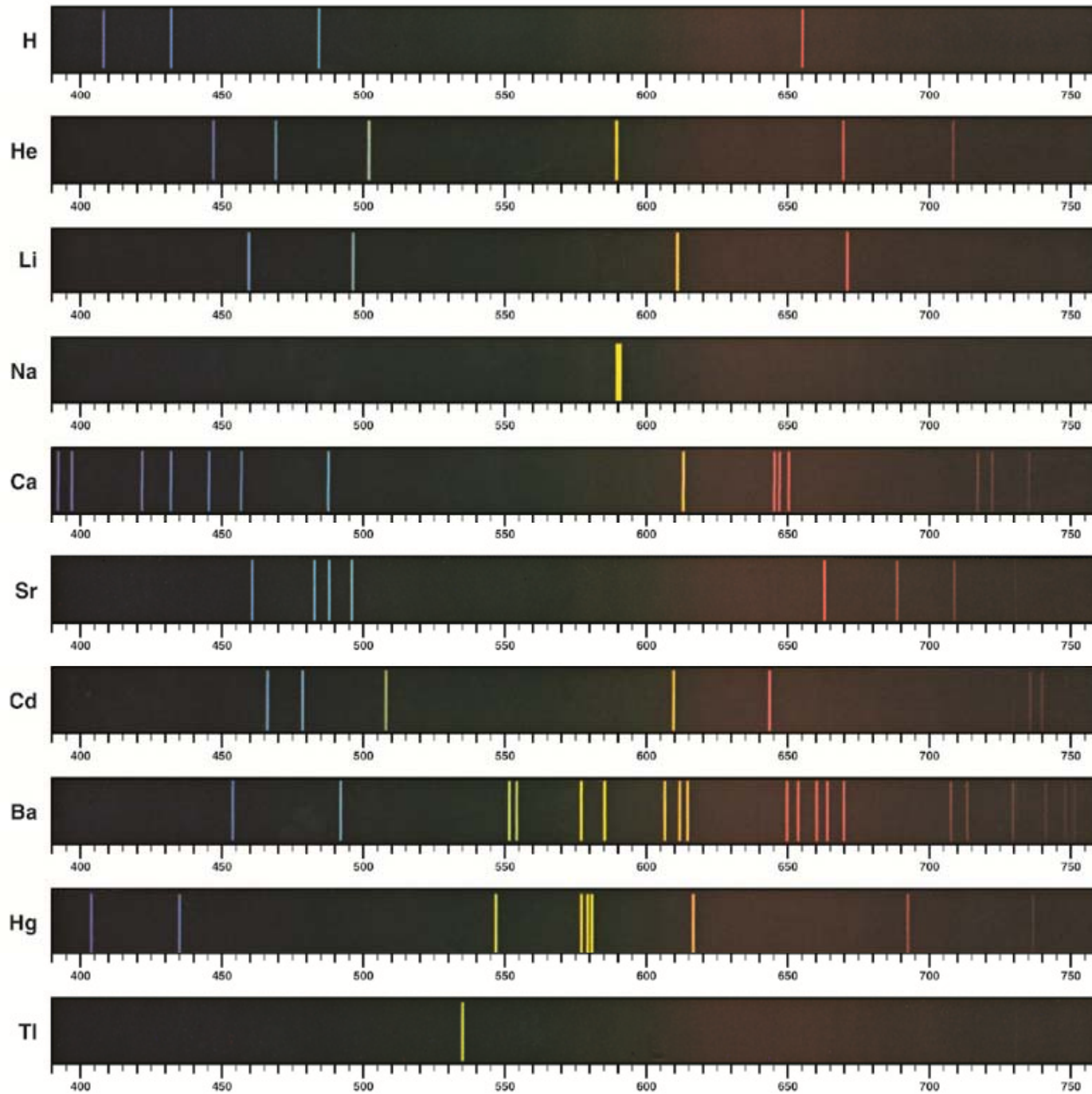
Na

Sr

Ca

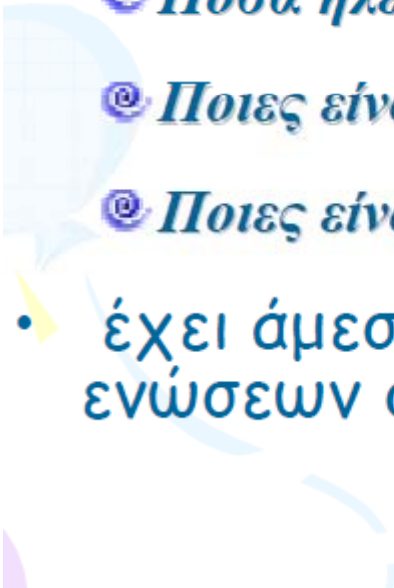
**Γιατί κάθε άτομο να εκπέμπει χαρακτηριστικά χρώματα
φωτός?**

EMISSION (LINE) SPECTRA

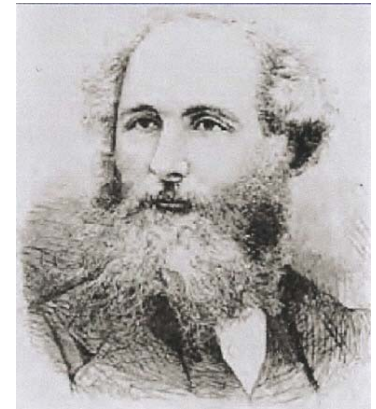




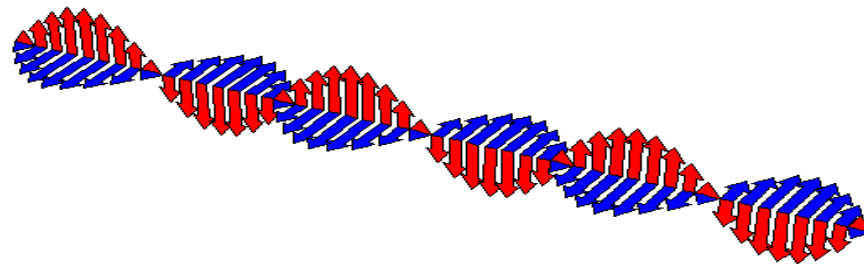
Κβαντική Θεωρία Ηλεκτρονική Δομή των Ατόμων

- Η απάντηση στα παρακάτω ερωτήματα:
 - Ⓞ *Πόσα ηλεκτρόνια υπάρχουν σε ένα άτομο;*
 - Ⓞ *Ποιες είναι οι ενέργειες των ηλεκτρονίων του;*
 - Ⓞ *Ποιες είναι οι θέσεις των ηλεκτρονίων μέσα στο άτομο;*
 - έχει άμεση σχέση με τη συμπεριφορά των ενώσεων στις χημικές αντιδράσεις.
- 

Τι είναι Φως;

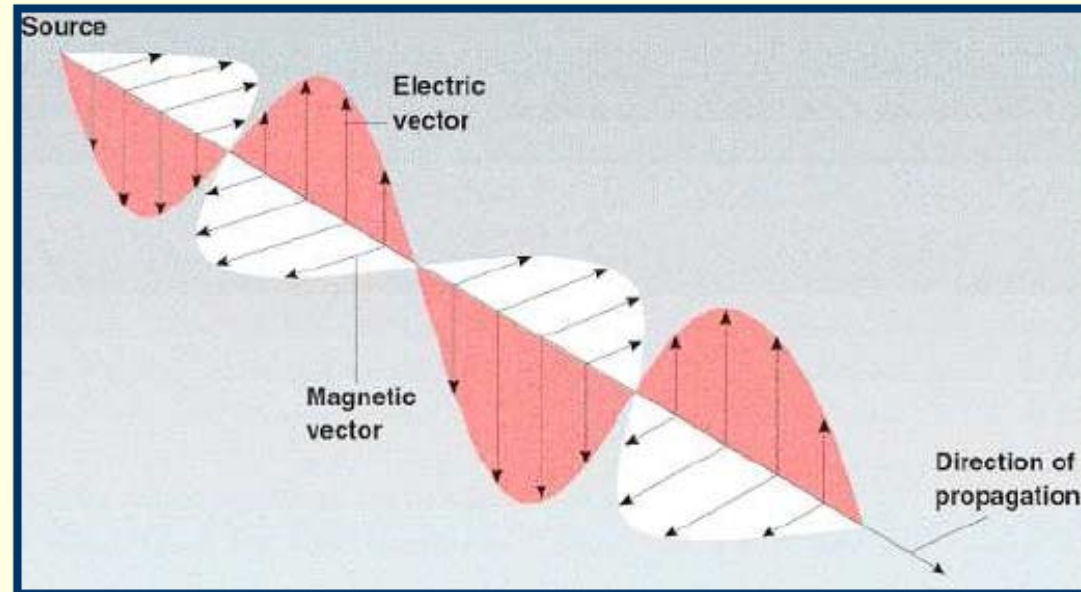


- Φως είναι ένα είδος ακτινοβολίας.
- Ακτινοβολία είναι η εκπομπή και διάδοση ενέργειας μέσα στο χώρο με τη μορφή κυμάτων.
- Το 1873 ο **James Maxwell** έδειξε θεωρητικά (Μαθηματική περιγραφή) ότι το ορατό φως αποτελείται από ηλεκτρομαγνητικά κύματα.
- Το φως μπορεί να θεωρηθεί είτε σαν κύμα είτε σαν σωματίδιο
 - Δυαδική φύση του φωτός



Κυματική Φύση του Φωτός

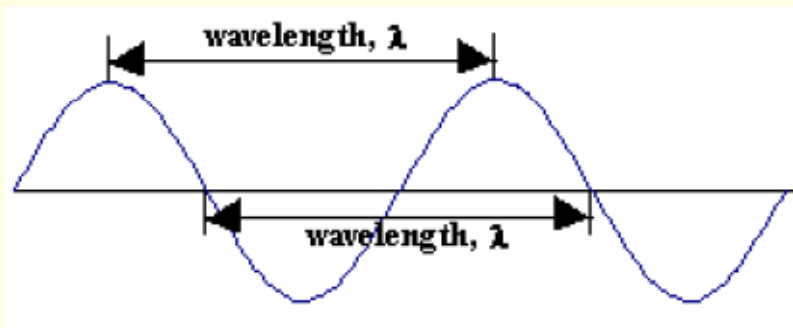
- Το φως χαρακτηρίζεται σαν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία
 - αποτελούμενη από ένα ηλεκτρικό και ένα μαγνητικό πεδίο που διαδίδονται σε δύο επίπεδα κάθετα μεταξύ τους.



Η Φύση του Φωτός

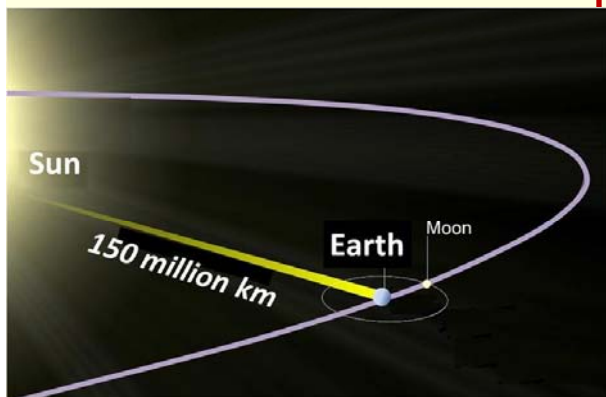
■ Τι είναι μήκος κύματος;

- Εξ' ορισμού το μήκος κύματος (λ) είναι

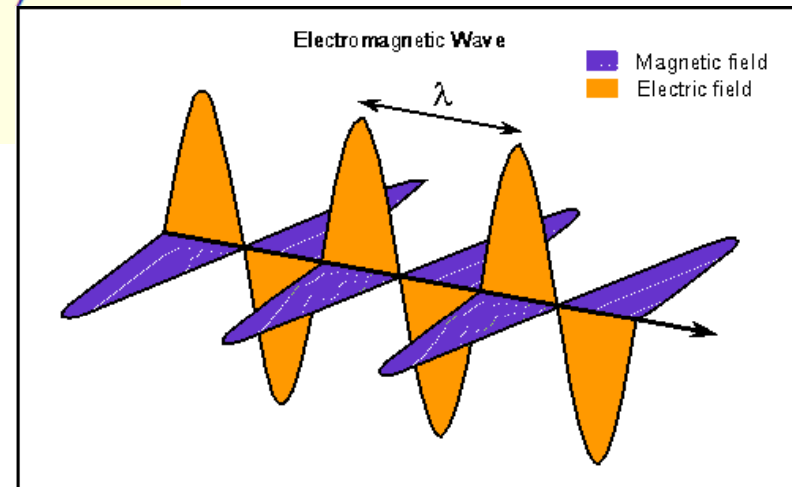


- Το μήκος κύματος λ σχετίζεται με τη συχνότητα του μέσω της ταχύτητας του φωτός (c)

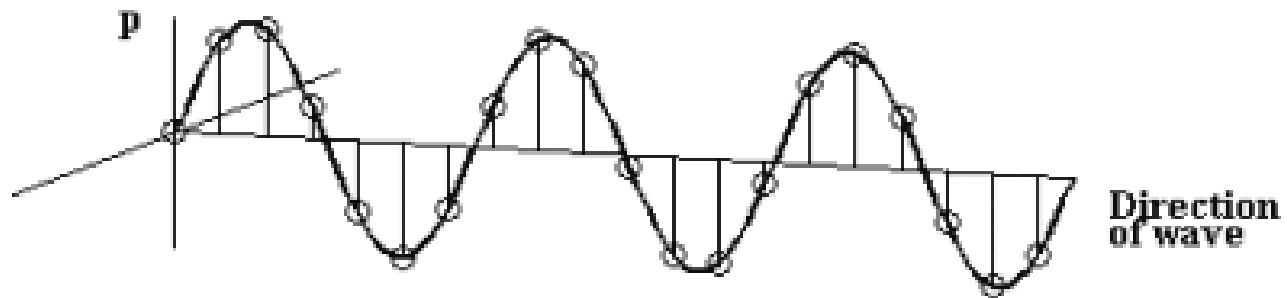
$$v = c/\lambda$$



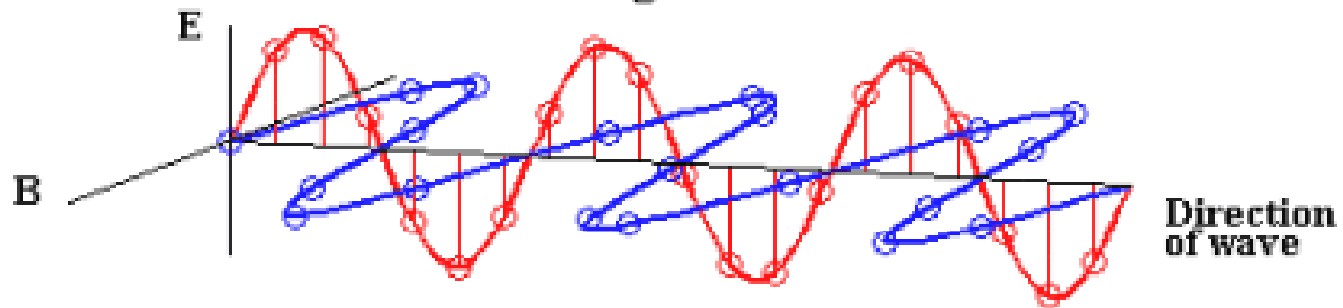
$$c = 300.000 \text{ km/sec}$$



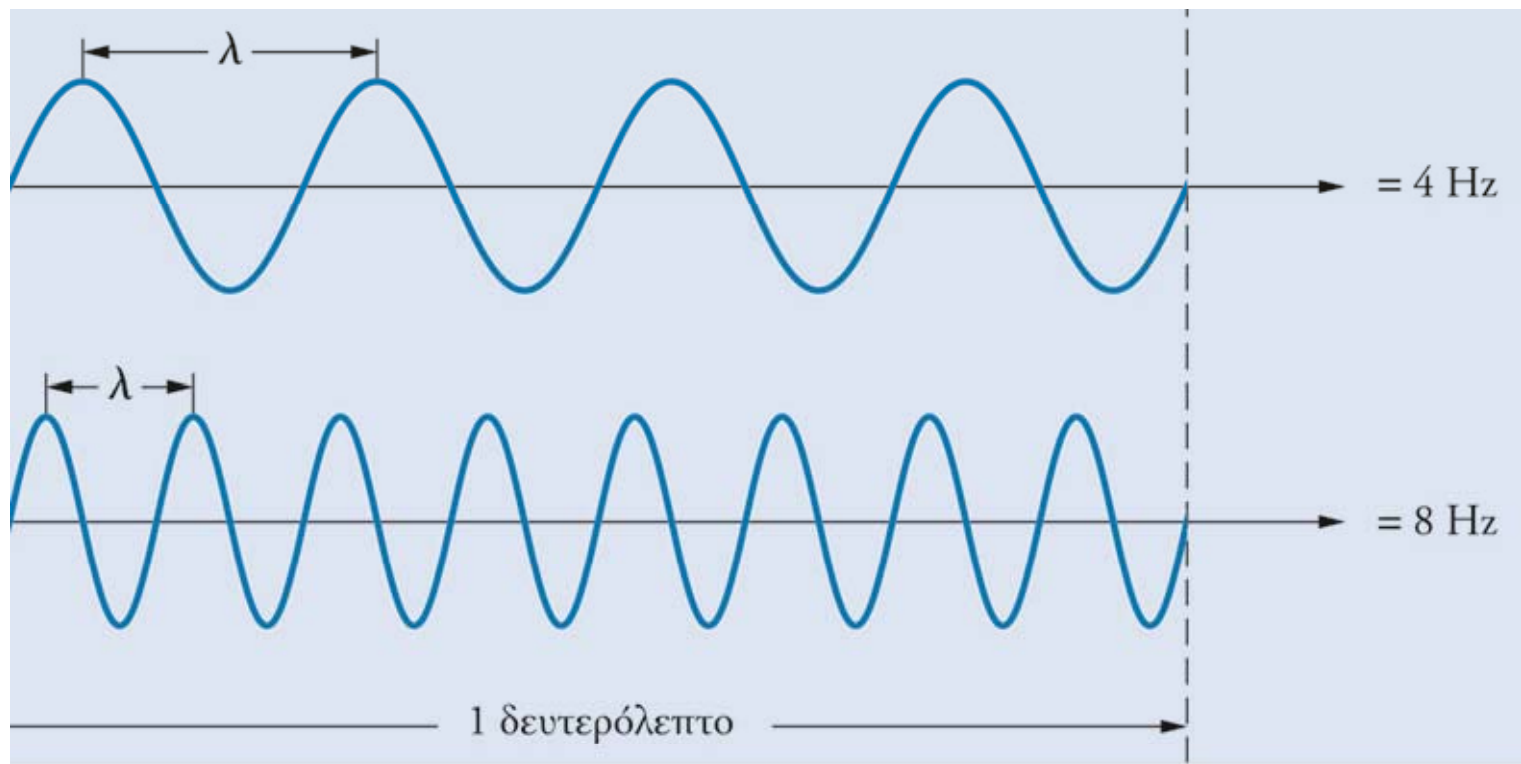
Mechanical wave



Light wave

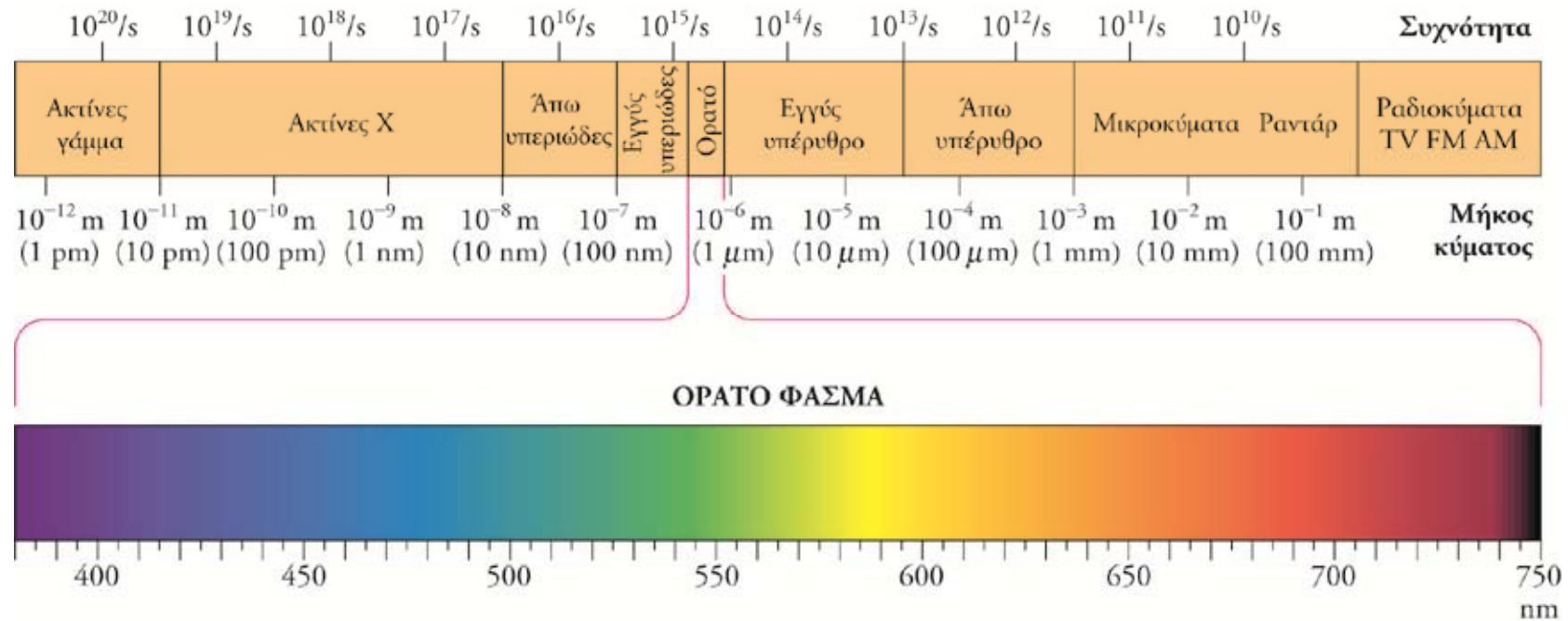


isvr



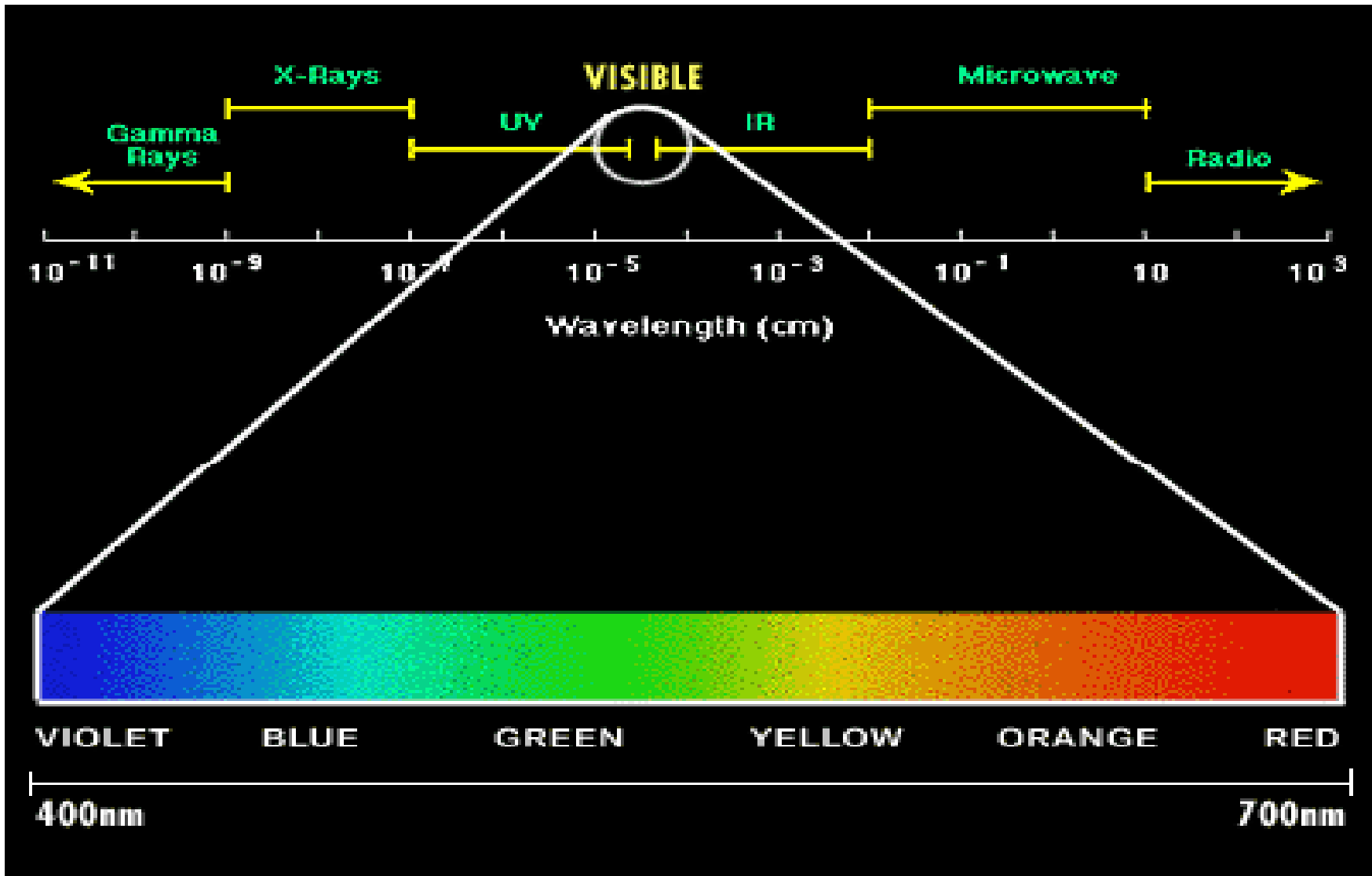
Αφεταιρία

Χρόνος →



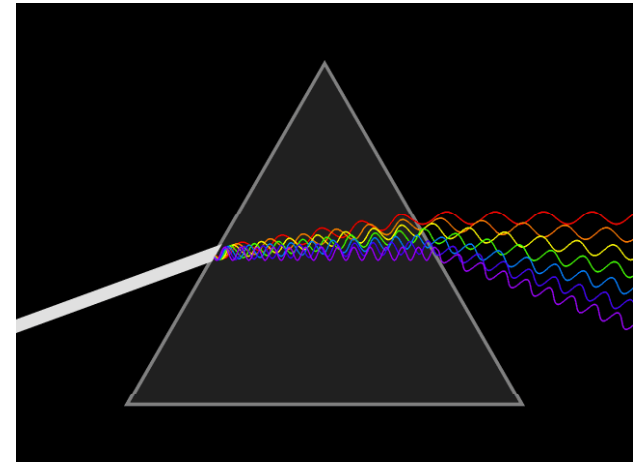
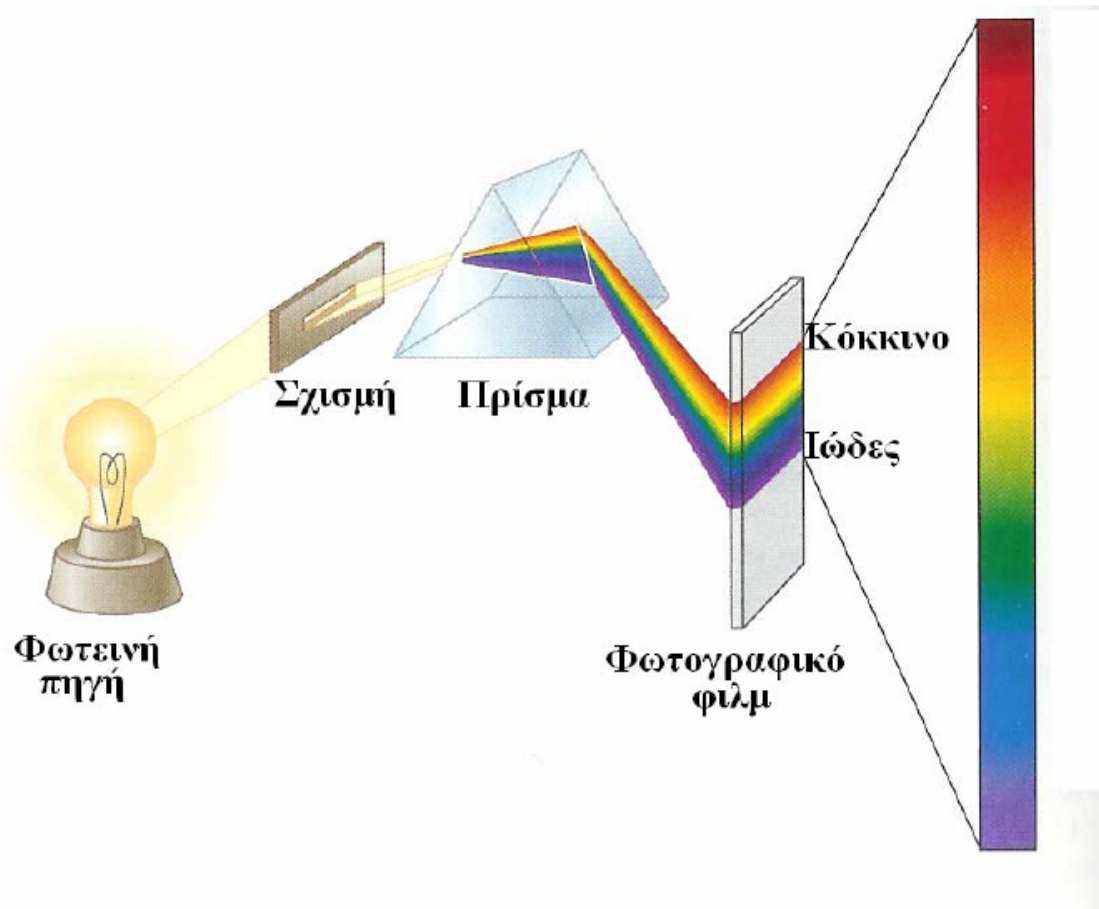
Το **ορατό φως** ανήκει σε μια πολύ μικρή περιοχή της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας

Το **μήκος κύματος** και η **συχνότητα κύματος** είναι μεγέθη **αντιστρόφως ανάλογα**.

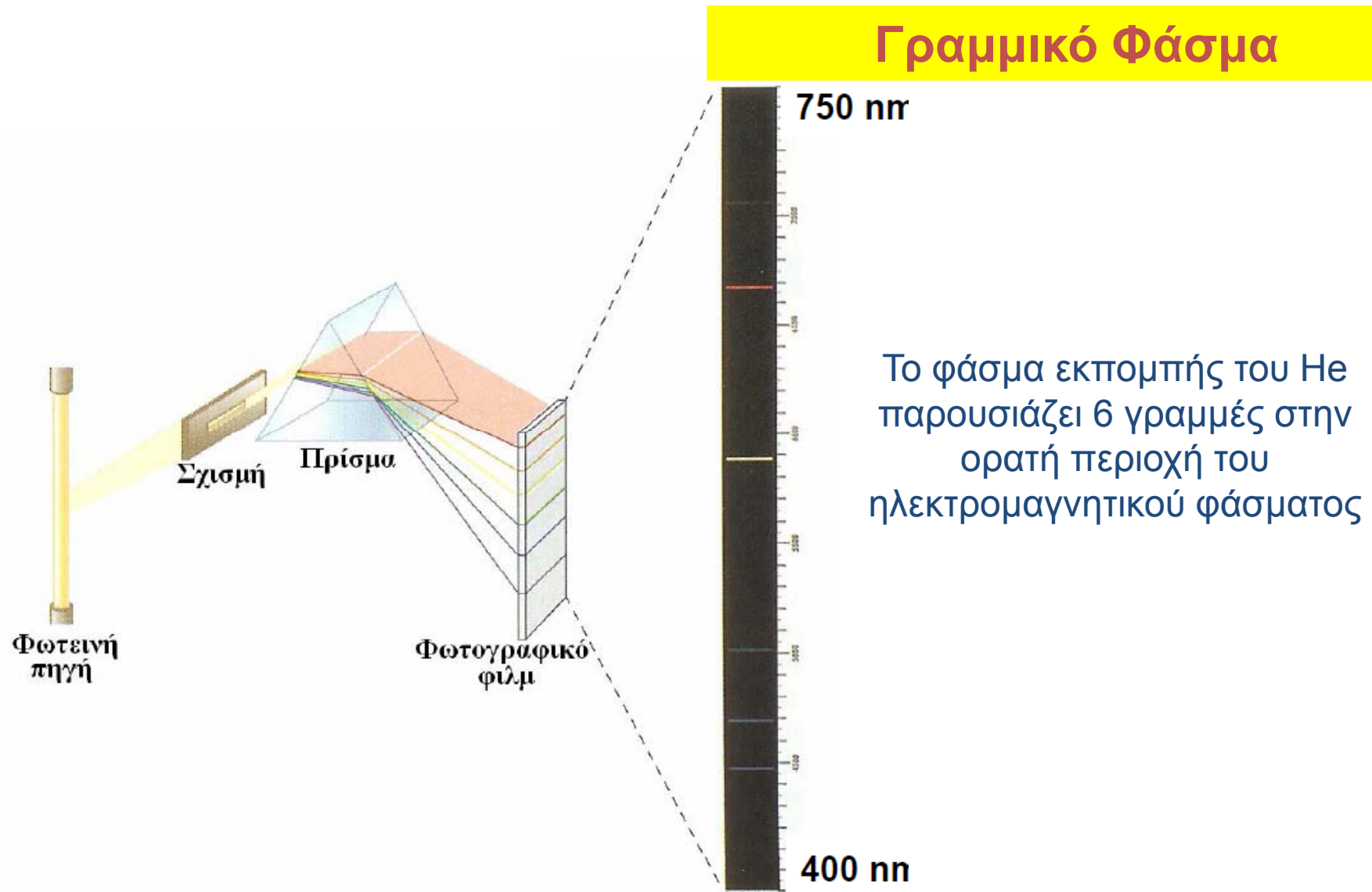


Ατομικά φάσματα

Συνεχές Φάσμα



Ατομικά φάσματα



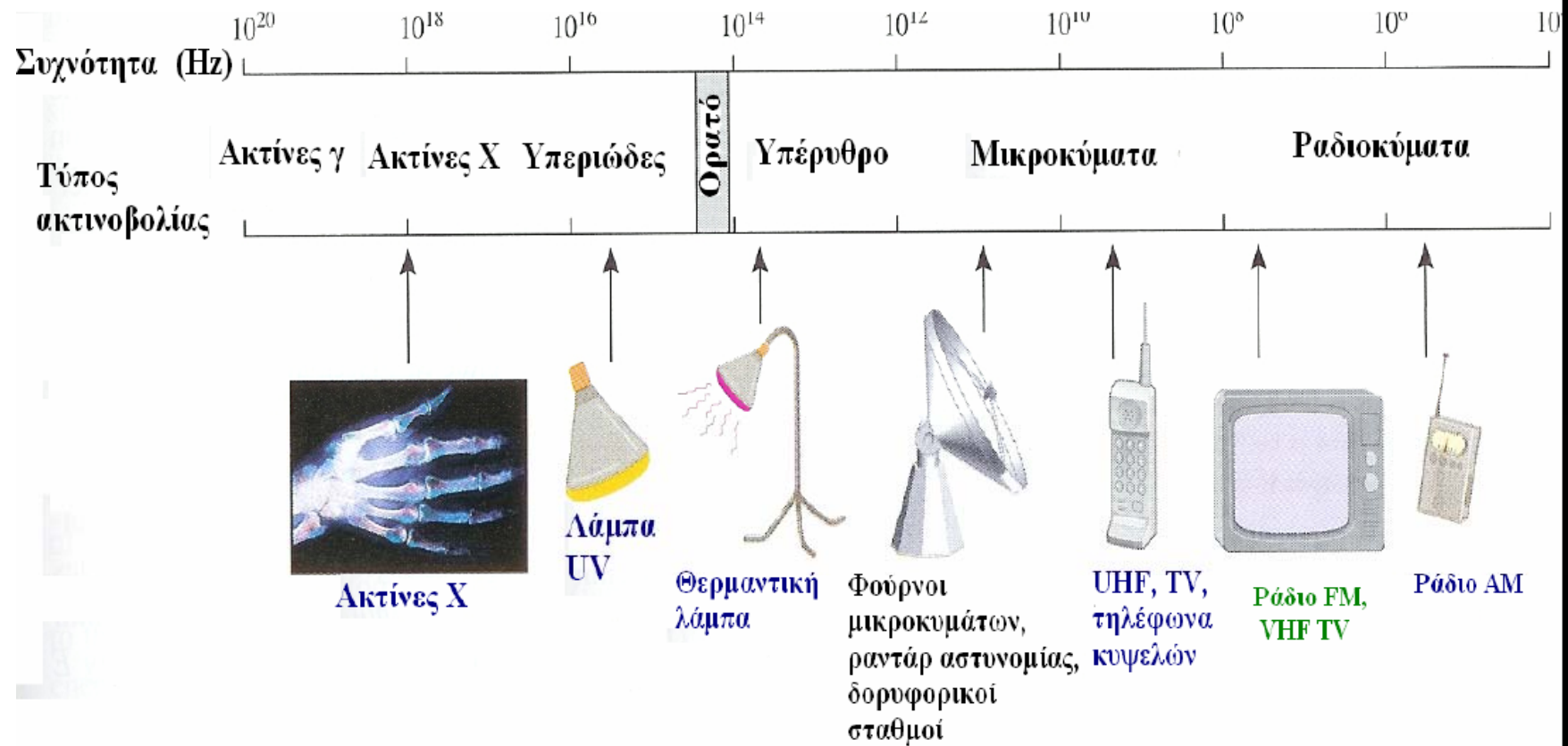
ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

- Έχει χαρακτηριστικά και **σωματιδίου** και κύματος.
- Τα σωματίδια του φωτός ονομάζονται *φωτόνια* και αποτελούν μικροσκοπικά ενεργειακά πακέτα.

3 χαρακτηριστικά: **λ , ν , ταχύτητα** είναι το μήκος κύματος, η συχνότητα και η ταχύτητα.

- Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία παρουσιάζει και τα τρία χαρακτηριστικά των κυμάτων.

Εφαρμογές των διαφόρων τύπων ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας



Cellular telephones and effects on the brain: The head as an antenna and brain tissue as a radio receiver

Z. Weinberger,^{1,†} E. D. Richter^{2,††}

¹Jerusalem College of Technology, Jerusalem, Israel; ²Hebrew University-Hadassah, Jerusalem, Israel

Summary Headache and other neuropsychological symptoms occur in users of cellular telephones, and controversy exists concerning risks for brain cancer. We hypothesize these effects result from the head serving as an antenna and brain tissue as a radio receiver. The frequencies for transmission and reception by cellular telephones, about 900 MHz for analog and 1800 MHz for digital transmission, have wavelengths of 33–35 and 16–17 cm, respectively. Human heads are oval in shape with a short axis about 16 to 17 cm in length. Near the ear there will be a cross-section in the head with an axis half the wavelength of RF/MW transmissions of 900 MHz and equal to the wavelength of RF/MW transmissions at 1800 MHz.

Therefore, the human head can serve as a lossy resonator for the electromagnetic radiation emitted by the cellular telephone, absorbing much of the energy specifically from these wavelengths. Brain cells and tissues demodulate the cell-phone's audio frequencies from the radio frequency carrier. Low audio frequencies in the ranges of α and β waves affect these waves and thereby influence brain function. These effects state the case for a precautionary policy.

© 2002 Elsevier Science Ltd. All rights reserved.

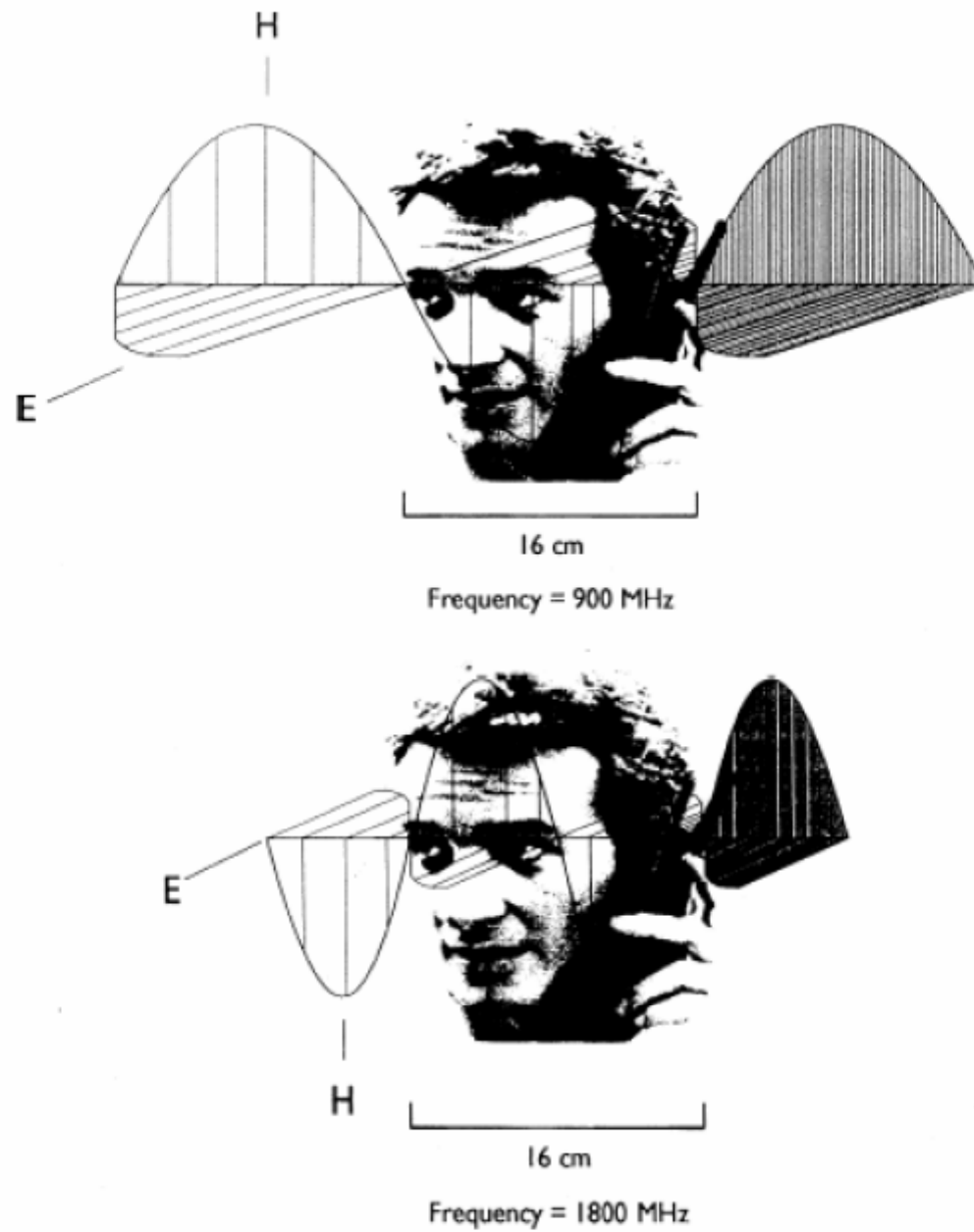


Fig. 1 Wavelengths of cellular telephones in relation to diameter of head for 900 and 1800MHz: E, plane of electrical field; H, plane of magnetic field.

ORIGINAL ARTICLE

Long-term use of cellular phones and brain tumours: increased risk associated with use for ≥ 10 years

Lennart Hardell, Michael Carlberg, Fredrik Söderqvist, Kjell Hansson Mild, L Lloyd Morgan

Occup Environ Med 2007;64:626–632. doi: 10.1136/oem.2006.029751

See end of article for authors' affiliations

Correspondence to:
Dr L Hardell, Department of
Oncology, University
Hospital, SE-701 85
Örebro, Sweden; lennart.
hardell@orebroll.se

Accepted 28 March 2007
Published Online First
4 April 2007

Aim: To evaluate brain tumour risk among long-term users of cellular telephones.

Methods: Two cohort studies and 16 case-control studies on this topic were identified. Data were scrutinised for use of mobile phone for ≥ 10 years and ipsilateral exposure if presented.

Results: The cohort study was of limited value due to methodological shortcomings in the study. Of the 16 case-control studies, 11 gave results for ≥ 10 years' use or latency period. Most of these results were based on low numbers. An association with acoustic neuroma was found in four studies in the group with at least 10 years' use of a mobile phone. No risk was found in one study, but the tumour size was significantly larger among users. Six studies gave results for malignant brain tumours in that latency group. All gave increased odd ratios (OR), especially for ipsilateral exposure. In a meta-analysis, ipsilateral cell phone use for acoustic neuroma was OR=2.4 (95% CI 1.1 to 5.3) and OR=2.0, (1.2 to 3.4) for glioma using a tumour latency period of ≥ 10 years.

Conclusions: Results from present studies on use of mobile phones for ≥ 10 years give a consistent pattern of increased risk for acoustic neuroma and glioma. The risk is highest for ipsilateral exposure.

Νέο SOS για κινητά και νέους

Παιδιά και έφηβοι κινδυνεύουν σήμερα 5 φορές περισσότερο από καρκίνο στον εγκέφαλο

Πέντε φορές μεγαλύτερες πιθανότητες να ασθενήσουν από καρκίνο στον εγκέφαλο αντιμετωπίζουν οι σημερινοί νέοι (παιδιά και έφηβοι) χρήστες των κινητών. Στο ανησυχητικό αυτό συμπέρασμα κατέληξαν ερευνητές από τη Σουηδία.

TA NEA / THE INDEPENDENT

Του Geoffrey Lean

«Όσοι άρχισαν να χρησιμοποιούν κινητά τηλέφωνα πριν από την ηλικία των 20 ετών παρουσίασαν πενταπλάσιο αριθμό κρουσμάτων γλοιώματος» επισήμανε ο επικεφαλής της μελέτης, καθηγητής Λέναρτ Χάρντελ, από το Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο Orebro της Σουηδίας. Σύμφωνα με τους επιστήμονες, η συγκεκριμένη μορφή καρκίνου επηρεάζει τα γλοια κύτταρα, τα οποία υποστηρίζουν το κεντρικό νευρικό σύστημα. Τέσσερις φορές περισσότερα ήταν και τα κρούσματα καρκίνου στον εγκέφαλο στους νέους που χρησιμοποιούσαν ασύρματο τηλέφωνο. Ο καθηγητής Χάρντελ τόνισε πως όσοι άρχισαν να χρησιμοποιούν νέοι τα κινητά τηλέφωνα, είχαν επίσης πέντε φορές μεγαλύτερες πιθανότητες να πάθουν ακουστικό νεύρωμα - επικίνδυνος όγκος του ακουστικού νεύρου που συνήθως προκαλεί κώφωση.

«Είναι ιδιαίτερα ανησυχητικά τα συμπεράσματα. Θα πρέπει να λάβουμε μέτρα», τόνισε ο καθηγητής Χάρντελ, μιλώντας στην πρώτη διεθνή διάσκεψη για τα κινητά και τη δημόσια υγεία. Ο ίδιος πιστεύει πως τα παιδιά κάτω των 12 δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούν κινητά τηλέφωνα παρά μόνο σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης και πως οι έφηβοι θα πρέπει να προτιμούν τα εξαρτήματα hands-free και την αποστολή SMS αντί της χρήσης του κινητού απευθείας στο αυτί. Στην ηλικία των 20 ετών ο κίνδυνος περιορίζεται σημαντικά, σύμφωνα με τους επιστήμονες, γιατί ο εγκέφαλος έχει πλέον αναπτυχθεί πλήρως.



ακόλιό σας στο:
anea.gr



ΕΙΔΙΚΟΣ ΠΡΟΤΕΙΝΕΙ ΝΑ ΑΛΛΑΞΟΥΜΕ ΔΡΑΣΤΙΚΑ ΤΟΝ ΤΡΟΠΟ ΖΩΗΣ ΜΑΣ

«Μπορούμε να σταματήσουμε την επιδημία καρκίνου»

Ο ΤΡΟΠΟΣ της ζωής μας είναι ο σημαντικότερος παράγοντας στην αύξηση των κρουσμάτων καρκίνου, επιστημάνει ο Νταβίντ Σερβάν Σρεμπέρ, καθηγητής Ψυχιατρικής στο Πανεπιστήμιο του Πίτσμπουργκ και ιδρυτικό μέλος των Πατρών Χωρίς Σύνορα. Καρκινοπαθής ο ίδιος - σε ηλικία 31 ετών εμφάνισε καρκίνο στον εγκέφαλο - επιχειρήσει να κατανοήσει τον τρόπο με τον οποίο εξελίσσεται η νόσος, καθώς και τις μεθόδους που μπορούν να βοηθήσουν ώστε να αντιμετωπιστεί. Κατέληξε λοιπόν στο συμπέρασμα πως μόνο το 15% των περιπτώσεων οφείλονται - και αυτές μόνο μερικώς - σε κληρονομικές γενετικές ανωμαλίες. «Απομένει λοιπόν ένα 85%», γράφει στην «International Herald Tribune» και επικαλείται μελέτη που δημοσιεύτηκε στην επιστημονική επιθε-



■ Ο δρ Νταβίντ Σερβάν Σρεμπέρ τονίζει ότι η ανθυγιεινή ζωή είναι ο σημαντικότερος παράγοντας για την αύξηση των κρουσμάτων καρκίνου

γονείς που πέθαναν από καρκίνο πριν από τα 50, αντιμετώπιζαν κίνδυνο ανάπτυξης καρκίνου που προερχόταν από τους θετούς γονείς τους, όχι τους βιολογικούς. Αυτό που περνά από γενιά σε γενιά και προκαλεί καρκίνο είναι συνήθειες που συνδέονται με τον καρκίνο και έκθεση σε περιβαλλοντικούς παράγοντες, όχι μόνο τα γονίδια που

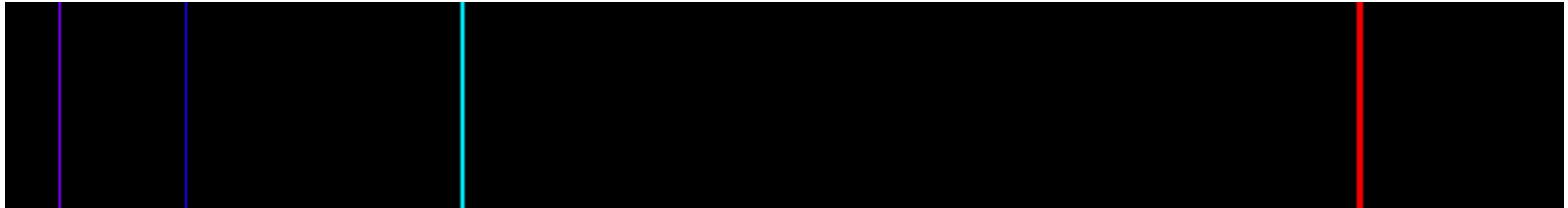
μιμνές του οργανισμού μας εναντίον του καρκίνου και αναφερόμενος σε έκθεση του Παγκόσμιου Τομείου Έρευνας για τον Καρκίνο, επιστημάνει: «Στην πλειονότητά τους, τα κρούσματα του καρκίνου στις δυτικές κοινωνίες θα μπορούσαν να αποφευχθούν αν αλλάζαμε τον τρόπο της ζωής μας: θα περιορίζονταν κατά 40% από αλλαγές στη διατροφή και στη σωματική δραστηριότητα (δηλαδή περισσότερα φρούτα και λαχανικά, λιγότερη ζάχαρη, λιγότερο κόκκινο κρέας, περπάτημα ή άλλου είδους άσκηση επί 30 λεπτά έξι φορές εβδομαδιαίως), κατά 30% αν σταματούσαμε το τσιγάρο και κατά 10% αν περιορίζαμε την κατανάλωση αλκοόλ».

Η αύξηση

«Από το 1940 είδαμε στις δυτικές κοινωνίες ταχύτερη αύξηση των κρουσμάτων καρκίνου στις πλέον συνήθεις μορφές του. Ο καρκίνος στα παιδιά και στους εφήβους αυξάνεται μέχρι 1 με 1,5% ετησίως από τη δεκαετία του 1960», προσθέτει ο Σρεμπέρ, τονίζοντας πως υπάρχει επιδημία καρκίνου σήμερα, αλλά οι περισσότεροι κάνουν το λάθος να συνεχίζουν να συνδέουν την ασθέ-

Φάσμα Υδρογονοατόμου

Περιοχή Ορατού: 380 – 750 nm



ΧΗΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Θέρμανση

Εκπομπή
ηλεκτρομαγνητικής
ακτινοβολίας
χαρακτηριστικής για **κάθε**
στοιχείο

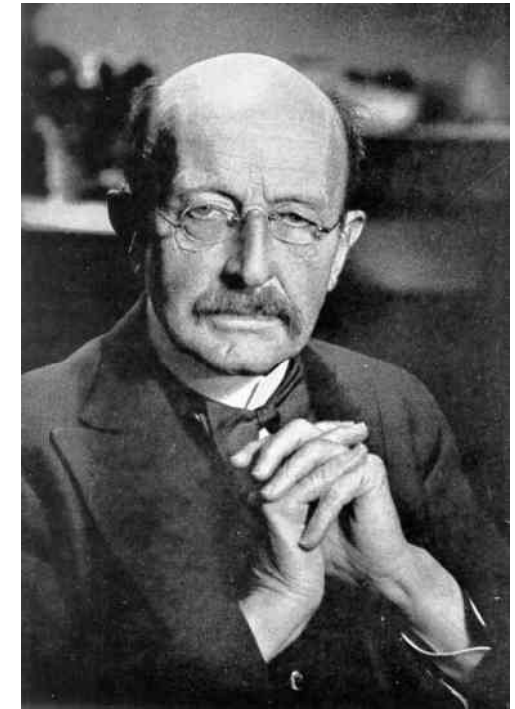
Φάσμα Εκπομπής ατόμου Η

$$\frac{1}{\lambda} = 1,097 \times 10^7 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \text{m}^{-1}$$

Εξίσωση Balmer
(1885)

$$n = 3, 4, 5, \dots$$

Planck vs. Κλασική Φυσική



Planck: Η ηλεκτρομαγνητική ενέργεια εκπέμπεται ή απορροφάται κατά **ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΕΣ** ποσότητες, που ονομάζονται **κβάντα**.

Κλασική Φυσική: η ύλη απορροφά/εκπέμπει ενέργεια χωρίς περιορισμούς

1 *hν*, 2 *hν*, 3 *hν*, ... (April 23, 1858 – October 4, 1947)

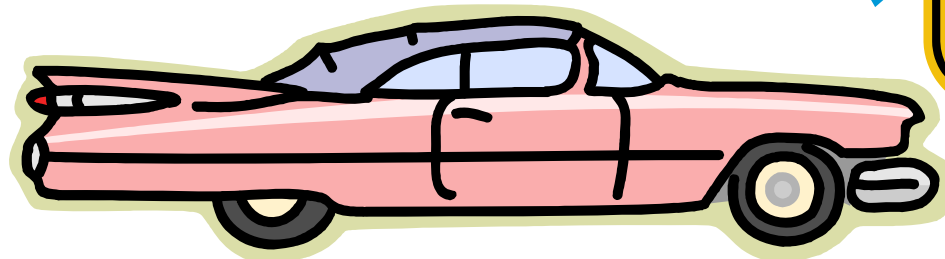
Κβάντωση Ενέργειας

Nobel Prize in Physics, 1918.

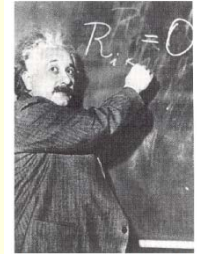
$$E = h \cdot \nu$$

$h = 6.26 \times 10^{-34} \text{ J s}$
(Σταθερά Planck)

Welcome to Quantum Mechanics...

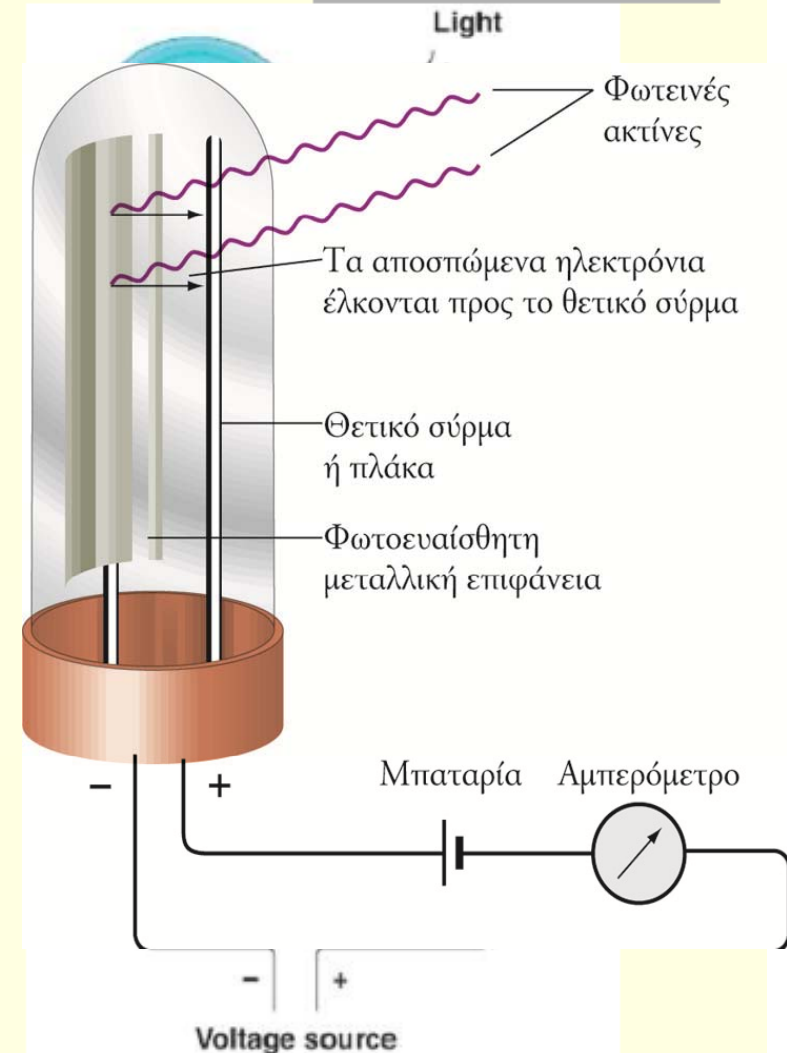


Φωτοηλεκτρικό Φαινόμενο

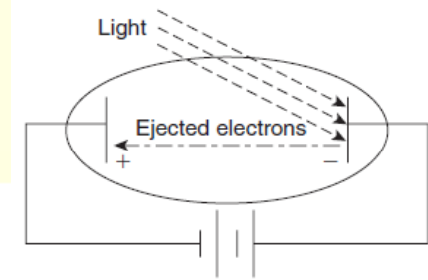


Albert Einstein (1879-1955)

- Το 1905 ο Albert Einstein (1879-1955, Nobel Φυσικής 1921) χρησιμοποίησε την έννοια των φωτονίων για να ερμηνεύσει το Φωτοηλεκτρικό Φαινόμενο (την εκτίναξη ηλεκτρονίων από την επιφάνεια ενός μετάλλου όταν πάνω της πέφτει φως).
- Πρότεινε ότι το φως συμπεριφέρεται σαν μια πηγή φωτονίων (ροή σωματιδίων)

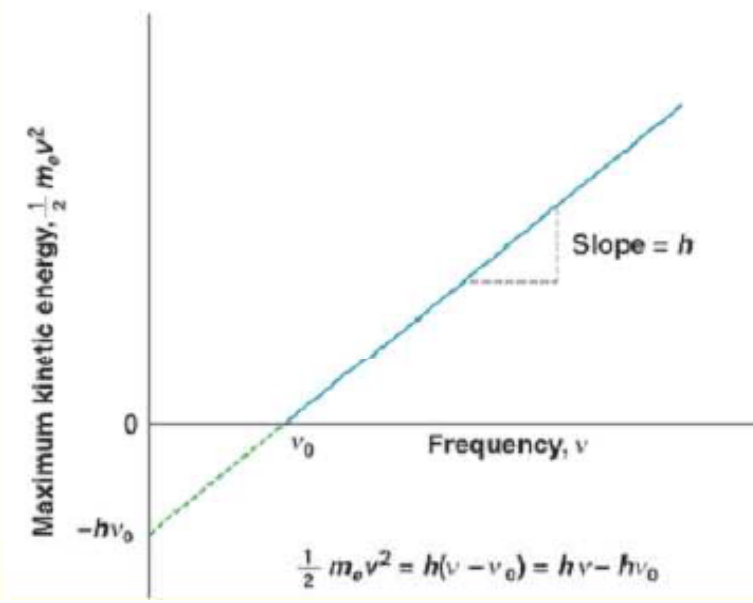
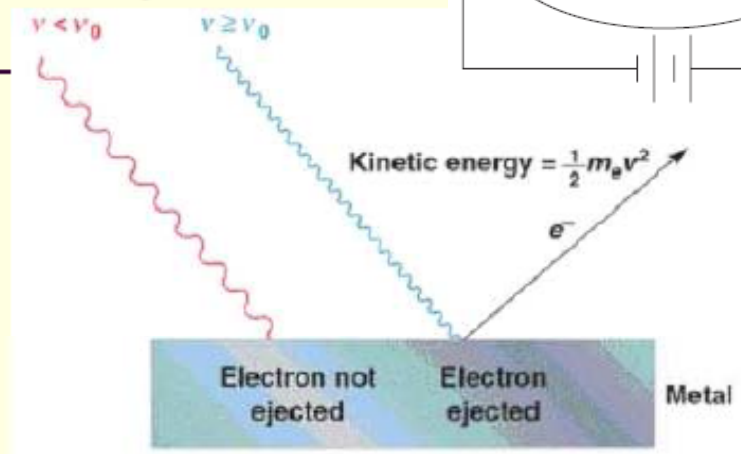


Φωτοηλεκτρικό Φαινόμενο



- Τα ηλεκτρόνια εκπέμπονται μόνο όταν η συχνότητα του φωτός υπερβεί μια συγκεκριμένη οριακή τιμή (ν_0) χαρακτηριστική του μετάλλου.
- Ανεξάρτητα από το πόσα φωτόνια κτυπούν το μέταλλο, αν δεν έχουν την απαιτούμενη ενέργεια, δεν πρόκειται να έχουμε απόσπαση ηλεκτρονίων.
- Αν χρησιμοποιηθεί ενέργεια μεγαλύτερη της οριακής τιμής τότε τα ηλεκτρόνια αποκτούν κινητική ενέργεια ίση με τη διαφορά:

$$\frac{1}{2} m_e v^2 = h\nu - h\nu_0 = h(\nu - \nu_0)$$



για να εξηγήσει τα γραμμικά φάσματα των στοιχείων...

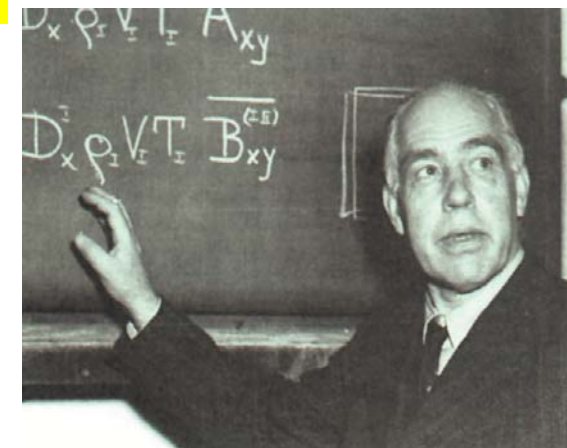
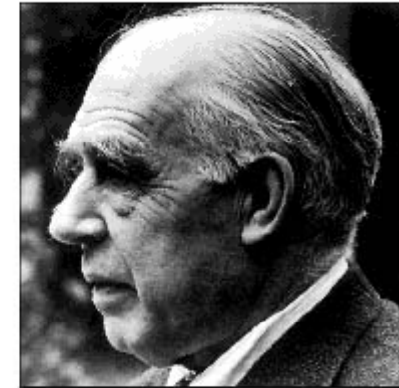
Θεωρία του Bohr

(1913)

- Ο Niels Bohr (1885-1962, Nobel Φυσικής 1922) θεώρησε ότι το φάσμα γραμμών υφίσταται επειδή τα ηλεκτρόνια στα άτομα κινούνται σε τροχιές γύρω από τον πυρήνα με ορισμένες μόνο ΕΠΙΤΡΕΠΤΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ

Ανέπτυξε ένα νέο μοντέλο: Τα e^- κινούνται σε διάφορες κυκλικές τροχιές γύρω από τον πυρήνα, των οποίων η ενέργεια είναι **κβαντισμένη**.

- (δηλ. περιορίζεται σε συγκεκριμένες ενεργειακές τιμές όπως καθορίζονται από τον κύριο κβαντικό αριθμό n).



Δομή του Ατόμου

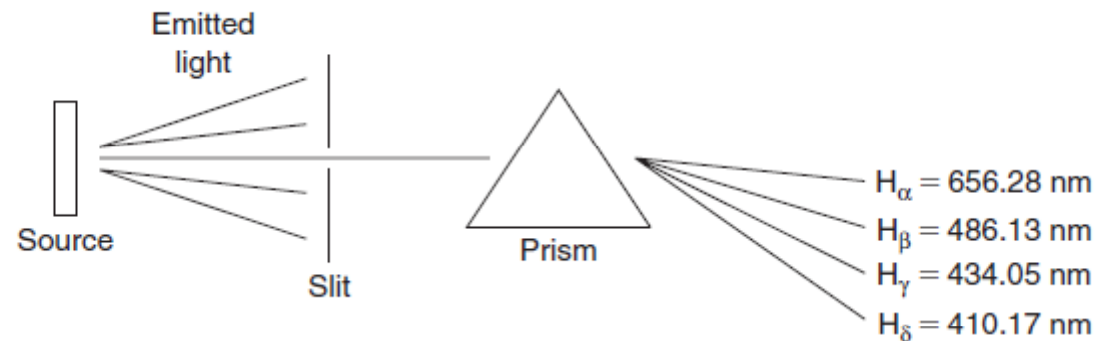
- Η ανακάλυψη από τον Rutherford των σκεδαζόμενων α-σωματιδίων οδήγησε στα παρακάτω συμπεράσματα:

- ✦ Τα άτομα έχουν πυρήνα (ένα θετικά φορτισμένο χώρο που καταλαμβάνει πολύ μικρό όγκο αλλά περιέχει το μεγαλύτερο ποσοστό της μάζας του ατόμου ~99,95%)

- ✦ Τα ηλεκτρόνια πρέπει να κινούνται γύρω από τον θετικά φορτισμένο πυρήνα

Σύμφωνα με την κλασική Φυσική...το e^- θα έπρεπε να πέφτει πάνω στον πυρήνα σε χρόνο $\sim 10^{-10}$ sec !!!...δεν μπορεί να εξηγηθεί η σταθερότητα του ατόμου.

με το πρότυπο του Bohr όμως μπορούσε...



■ FIGURE 1.4 Separation of spectral lines due to refraction in a prism spectroscope.

Line Emission Spectrum of Hydrogen Atoms



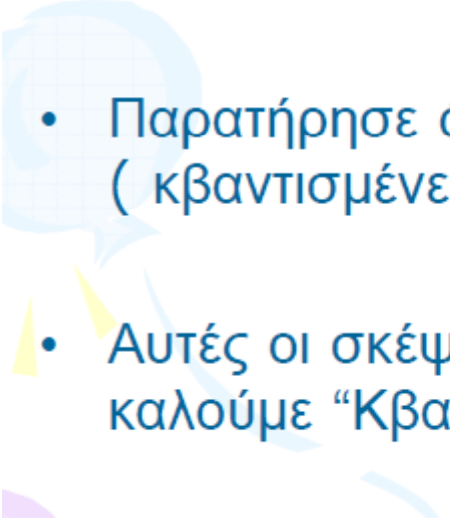
Every element has a unique emission spectrum

Bohr also assumed that electromagnetic energy was emitted as the electron moved from a higher orbital (larger n value) to a lower one and absorbed in the reverse process.

This accounts for the fact that the line spectrum of hydrogen shows only lines having certain wavelengths. In order for the electron to move in a stable orbit, the electrostatic attraction between it and the proton must be balanced by the centrifugal force that results from its circular motion. As shown in Figure 1.7, the forces are actually in opposite directions, so we equate only the magnitudes of the forces.



Θεωρία του Bohr

- Ο Bohr όρισε τον όρο **ενεργειακό επίπεδο** σαν μία από τις επιτρεπτές ενεργειακές τιμές που μπορεί να έχει ένα ηλεκτρόνιο.
 - Παρατήρησε ότι τα ηλεκτρόνια έχουν διακριτές (κβαντισμένες) ενέργειες.
 - Αυτές οι σκέψεις έδωσαν τις βάσεις γι' αυτό που σήμερα καλούμε “Κβαντομηχανική”.
- 

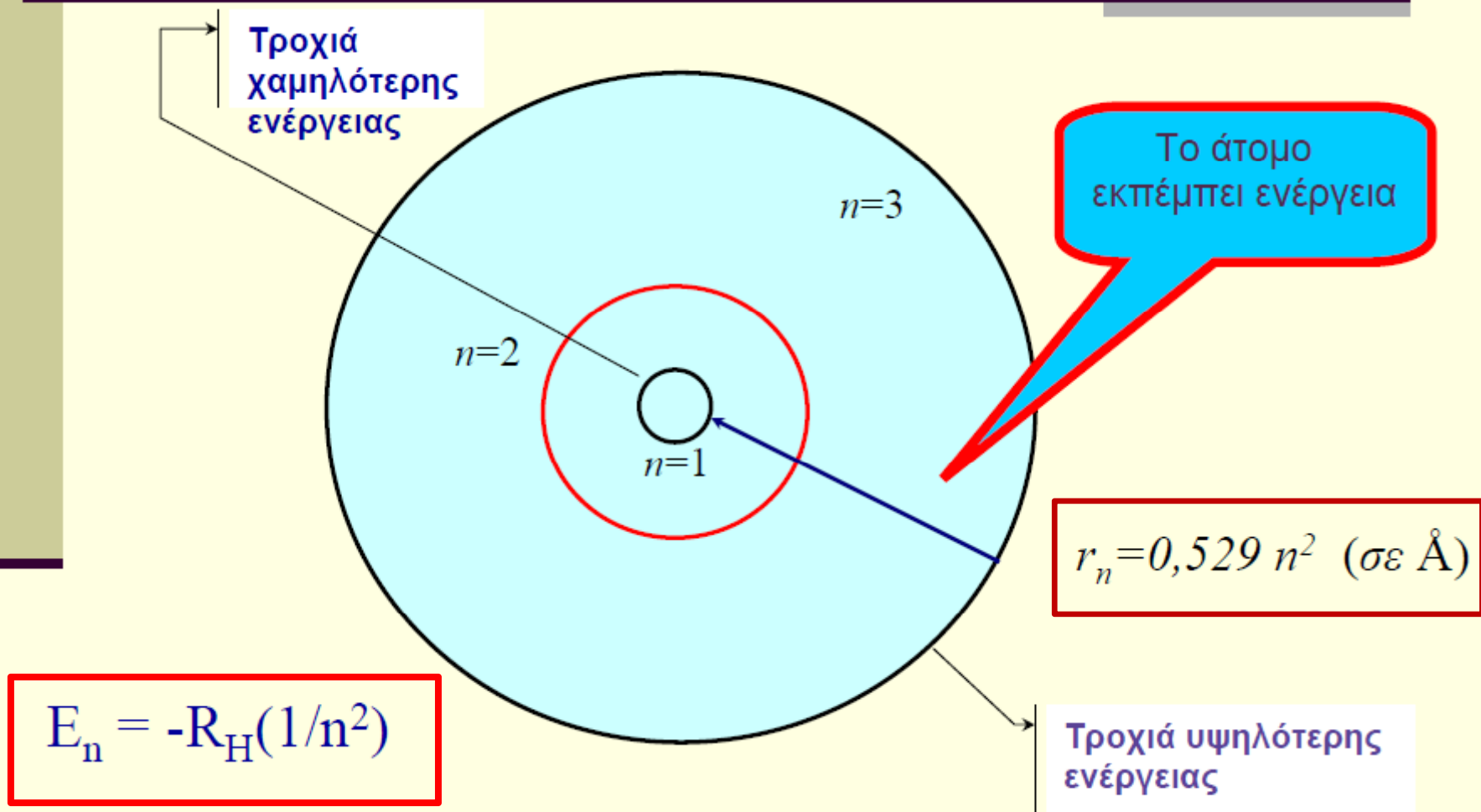
Θεωρία του Bohr

- Ο Bohr μας έδωσε για πρώτη φορά την έννοια του κύριου κβαντικού αριθμού, n (ακέραιος >1)

Κανονικά, τα άτομα βρίσκονται στο χαμηλότερο ενεργειακό επίπεδο (για το H, $n=1$)

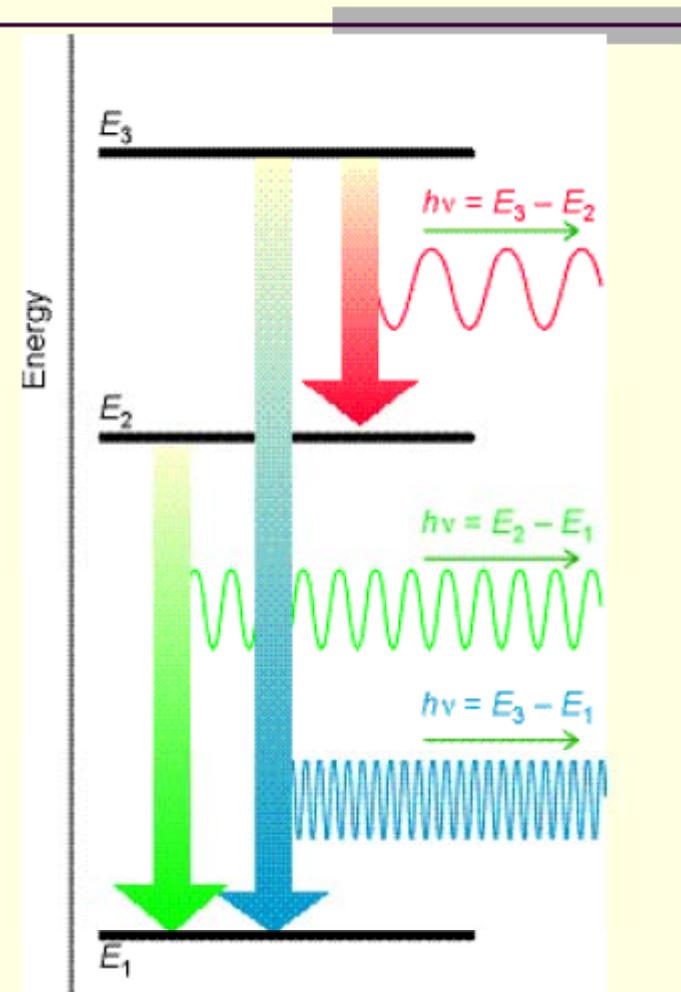
Όταν όμως τα άτομα θερμαίνονται, τα e^- μεταπηδούν σε υψηλότερα ενεργειακά επίπεδα ($n=1, 2, 3, \dots$)

Θεωρία του Bohr



Θεωρία του Bohr

- Κάποια στιγμή τα ηλεκτρόνια μεταπηδούν στο χαμηλότερο ενεργειακό επίπεδο (αυτό ονομάζεται μετάπτωση ή ηλεκτρονική αποδιέγερση).
- Η ενέργεια που απελευθερώνεται με την μορφή φωτονίου έχει συγκεκριμένο μήκος κύματος, και επομένως χαρακτηριστικό χρώμα.



Bohr Identity...

Όταν τα e⁻ βρίσκονται στην πιο σταθερή ενεργειακά κατάσταση (**n=1**):

Θεμελιώδης Κατάσταση (Ground State)

Όταν τα e⁻ βρίσκονται σε οποιαδήποτε άλλη (**n≠1**):

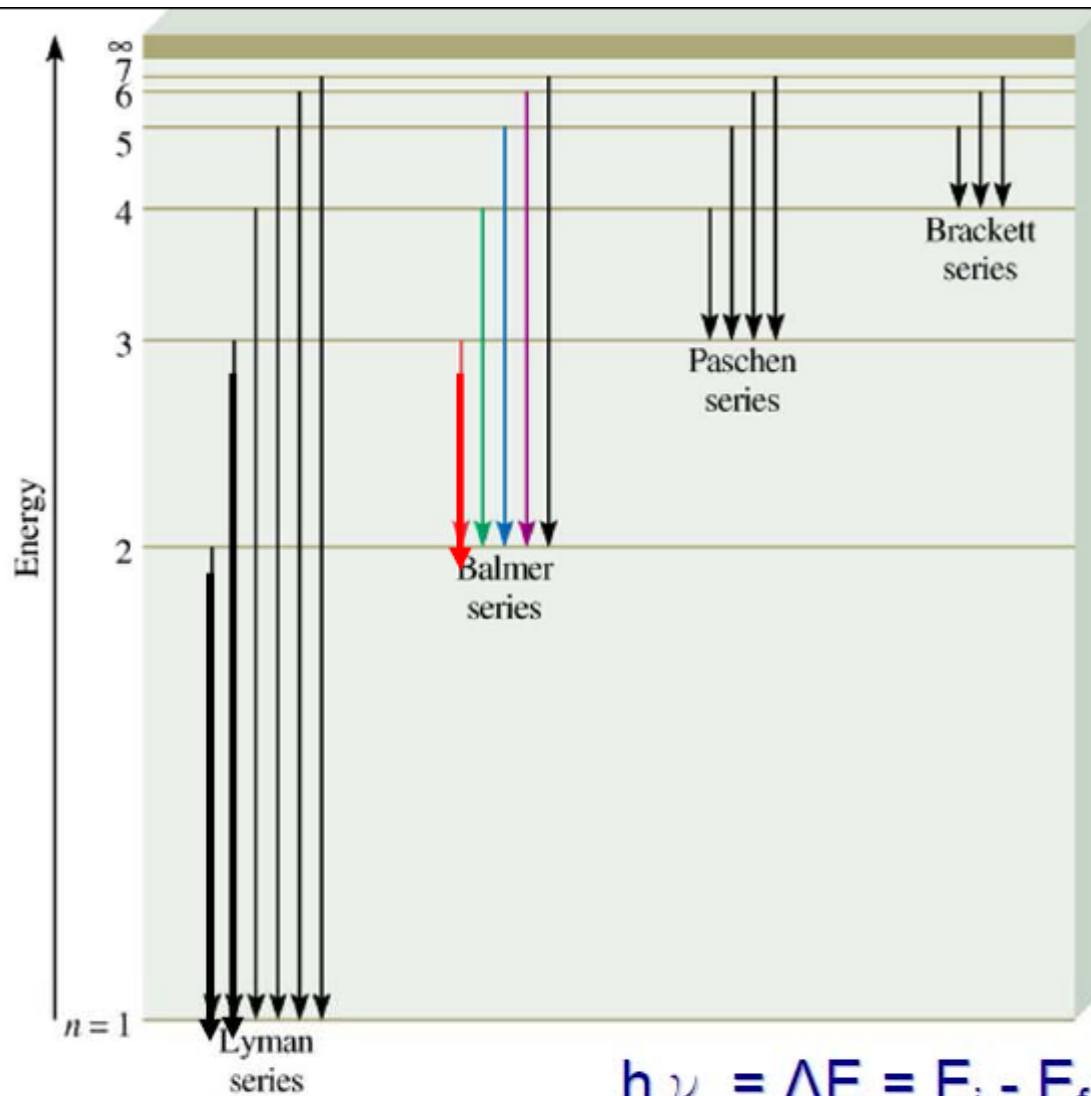
Διεγερμένη Κατάσταση (Excited State)

Τα e⁻ **εκπέμπουν ενέργεια** όταν πέφτουν από μια τροχιά **υψηλότερης** ενέργειας σε μια τροχιά **χαμηλότερης** ενέργειας ($n_i > n_f$)

$$\Delta E = h \cdot \nu = E_i - E_f = - R_H \left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2} \right)$$

R_H = σταθερά Rydberg: $1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1} = 2.179 \times 10^{-18} \text{ J}$

h = σταθερά Planck, $6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$



Bohr showed the energy a H atom can have is equal to:

$$E_n = -R_H \left(\frac{1}{n^2} \right)$$

$$E_{\text{photon}} = \Delta E = E_i - E_f$$

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

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

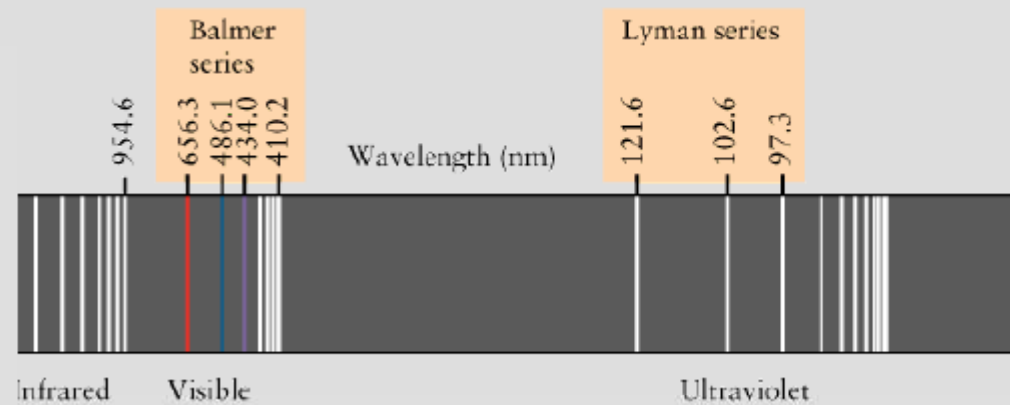
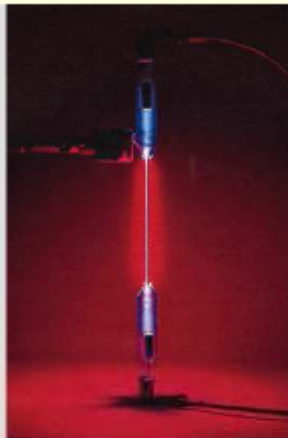
$$h\nu = \Delta E = E_i - E_f = -R_H \left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2} \right)$$

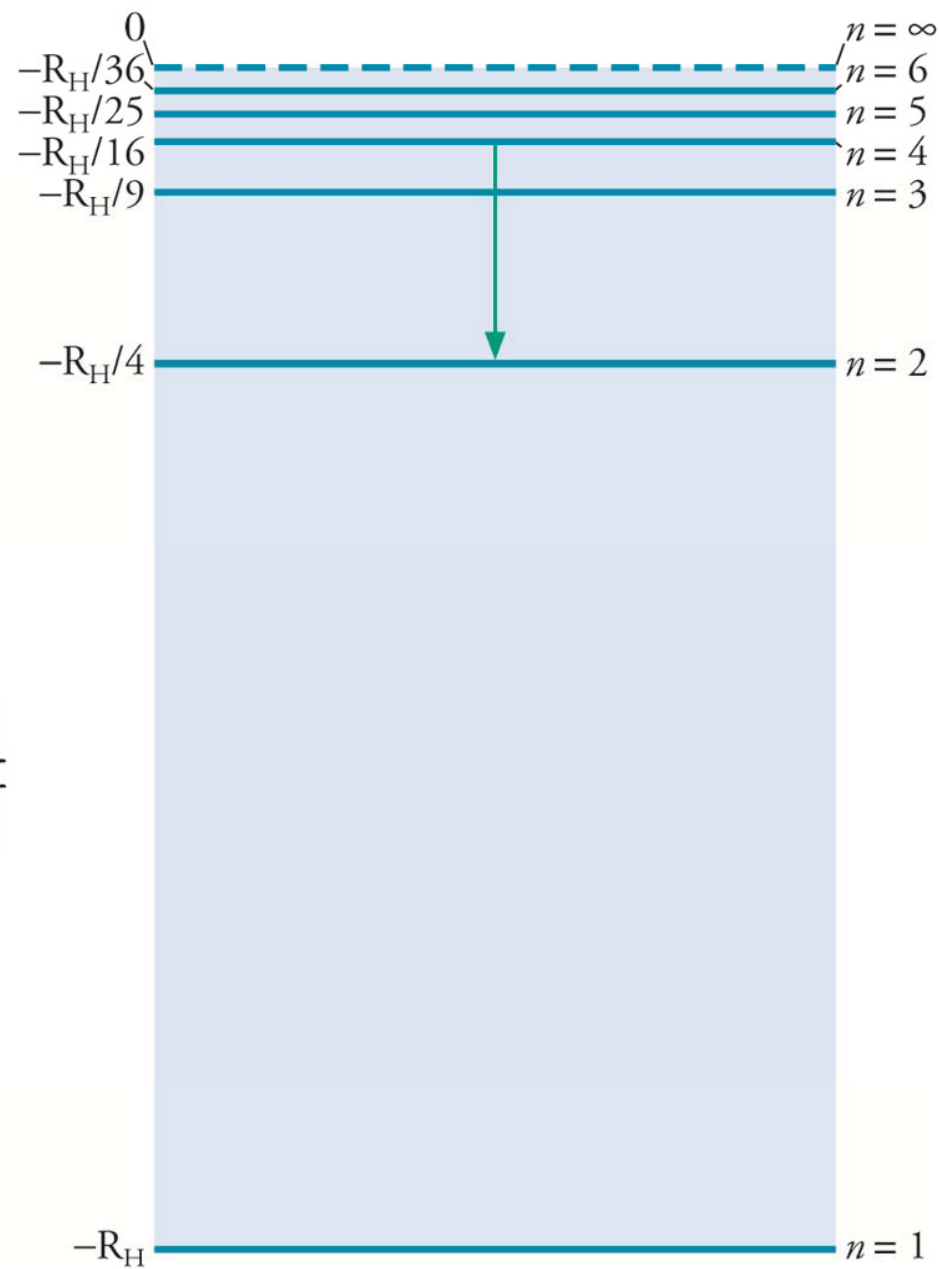
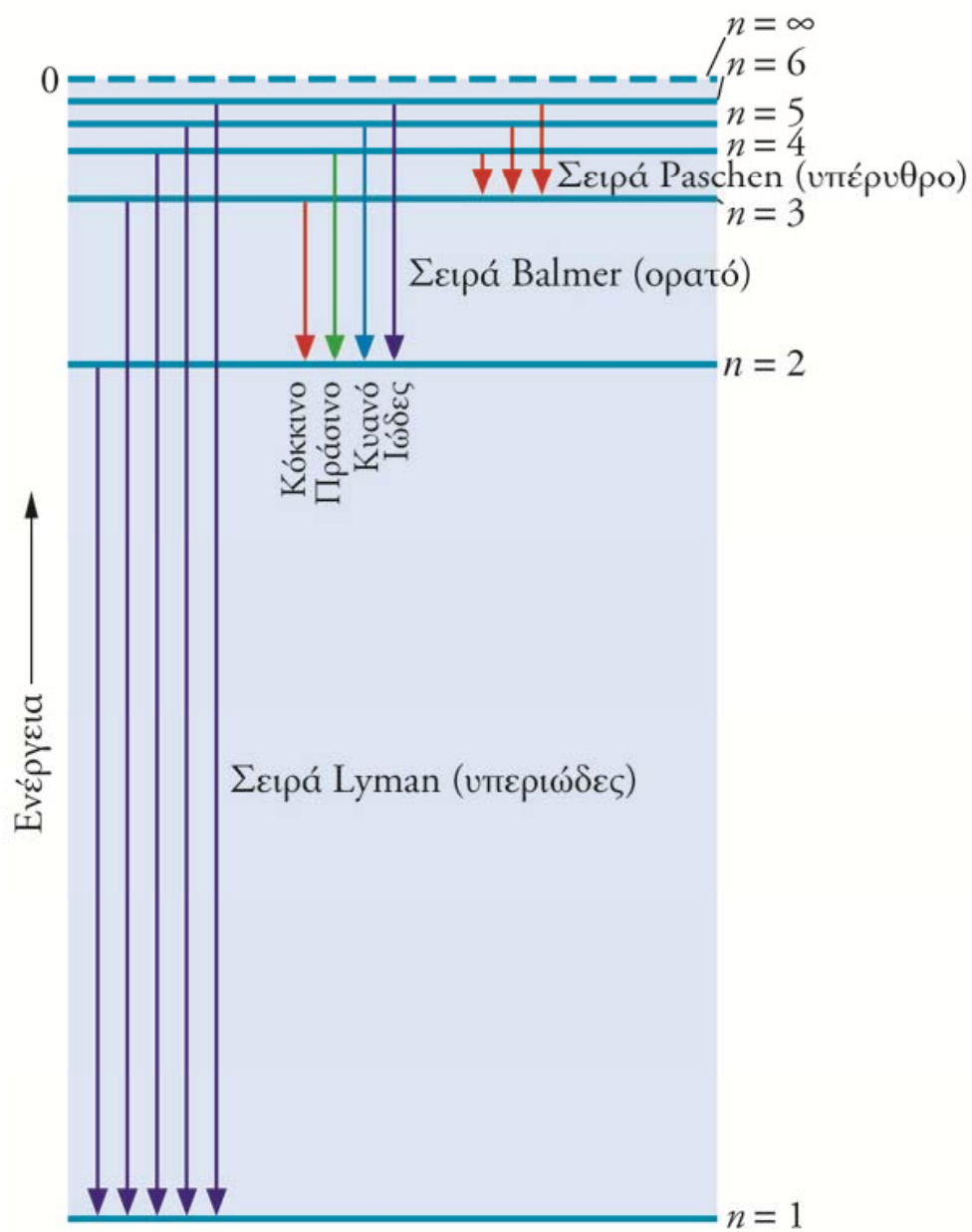
R_H is the Rydberg constant

n is the principal quantum number

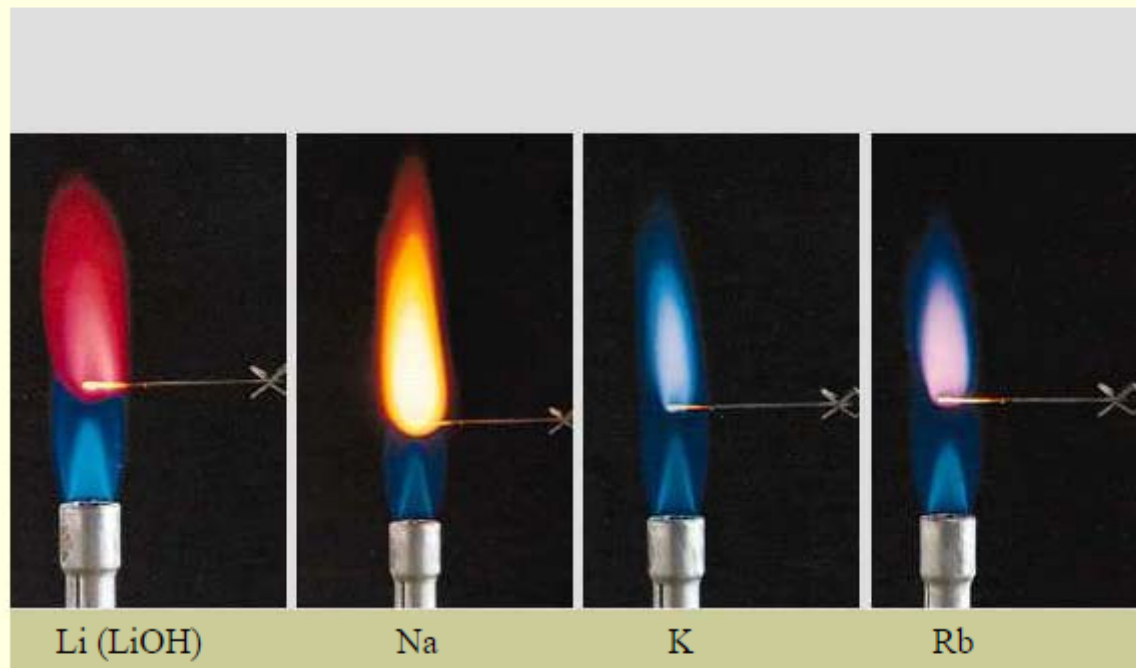
Θεωρία του Bohr

- Έτσι εξηγούνται οι γραμμές του φάσματος εκπομπής του υδρογόνου.

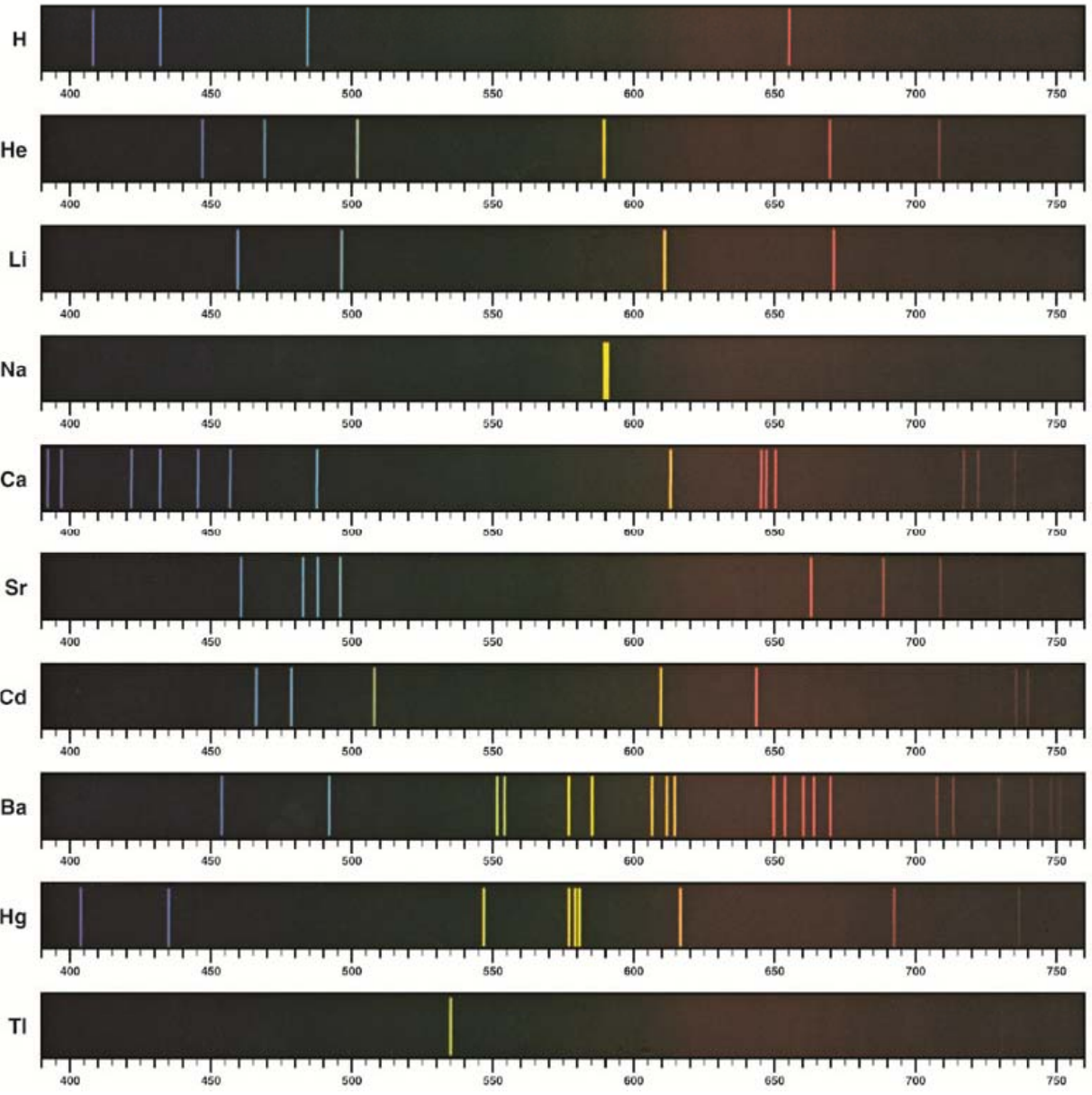




Παραδείγματα αποδιέγερσης

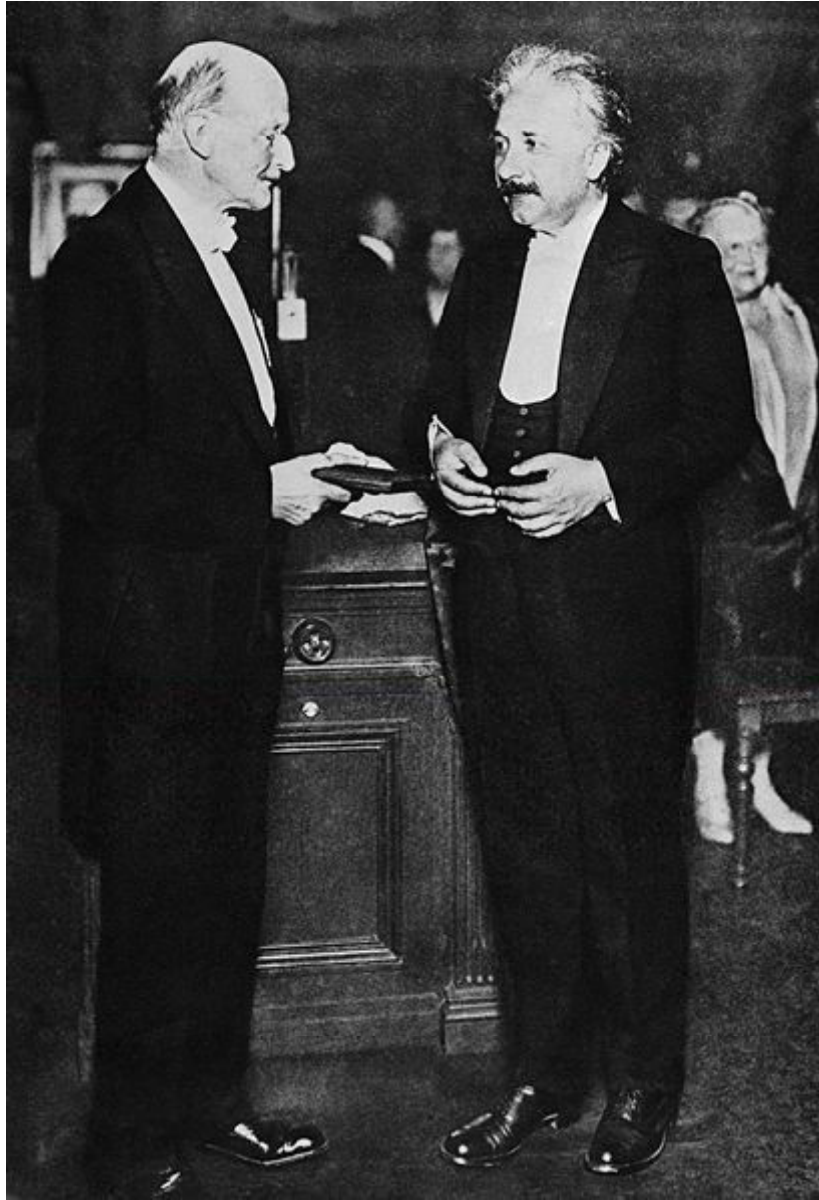


EMISSION (LINE) SPECTRA



Παραδείγματα αποδιέγερσης





Max Planck presents **Albert Einstein** with the Max-Planck medal, Berlin June 28, 1929



Θεωρία του Bohr

- Η υπόθεση του Bohr ότι τα ηλεκτρόνια κινούνται σε διάφορες κυκλικές τροχιές δεν έδωσε απάντηση στα γραμμικά φάσματα ατόμων μεγαλύτερων του υδρογόνου
- Η θεωρία του Bohr οδήγησε στην ανάπτυξη της Κβαντομηχανικής

Ποια ήταν τα αναπάντητα ερωτήματα της θεωρίας του Bohr;

1. Φάσματα πολυηλεκτρονικών ατόμων

2. Κυκλικές τροχιές

3. Γιατί η ενέργεια του e είναι κβαντισμένη;

Σωματιδιακή Φύση του Φωτός

- Το φως μπορεί να θεωρηθεί σαν σωματίδιο, το οποίο έχει μάζα και επομένως συγκεκριμένη ορμή και ενέργεια (φωτόνιο).

- Louis de Broglie (1923) ανέπτυξε τη θεωρία του για να εξηγήσει τη συμπεριφορά των ηλεκτρονίων στα άτομα.
- Ο de Broglie έδειξε (με μαθηματικά) ότι όλα τα αντικείμενα παρουσιάζουν κυματικές ιδιότητες.



Τα ηλεκτρόνια συμπεριφέρονται σαν στάσιμα κύματα και το μήκος του κύματος πρέπει να ταιριάζει ακριβώς επάνω στην τροχιά.

Ο Louis de Broglie συσχέτισε τη κυματική με τη σωματιδιακή φύση σε μια εξίσωση.

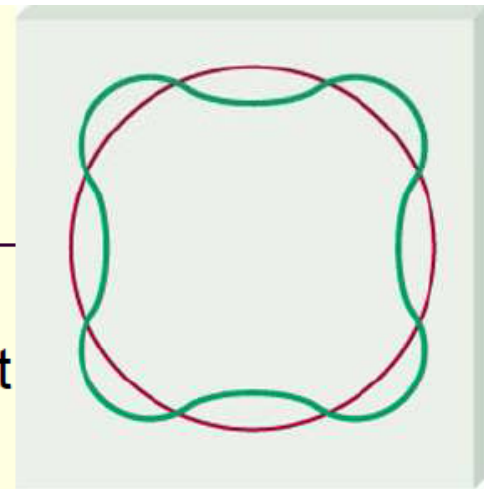
Why is e^- energy quantized?

De Broglie (1924) reasoned that e^- is both particle and wave.

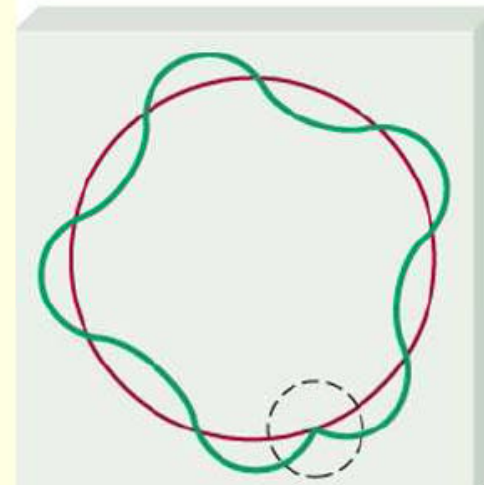
$$2\pi r = n\lambda$$

Εξίσωση de Broglie για το υλικό κύμα:

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$



(a)



Η κυματική και σωματιδιακή φύση ενός σωματιδίου είναι απλά δύο διαφορετικές εκφράσεις της ίδιας οντότητας

Με πόση ταχύτητα πρέπει να κινείται ένα ηλεκτρόνιο για να έχει μήκος κύματος 10.0 pm ?

$$m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kgr}$$
$$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ kgr m}^2 \text{ s}^{-1}$$

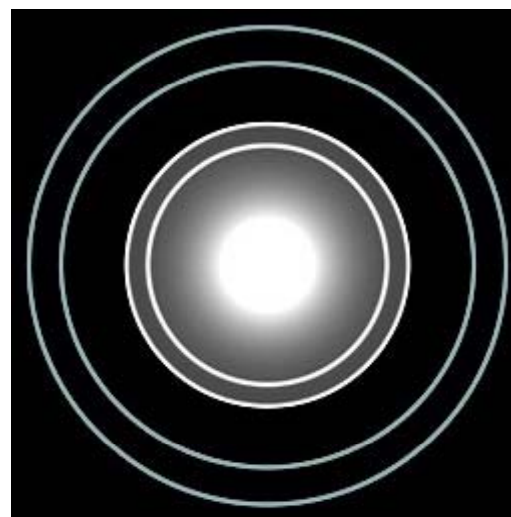
Πώς αποδεικνύεται ότι το ηλεκτρόνιο έχει κυματικές ιδιότητες;

Πείραμα **Davisson-Germer** (περίθλαση e σε κρυστάλλους)

Κατευθύνοντας μια δέσμη ηλεκτρονίων (που είναι σωματίδια) προς έναν κρύσταλλο νικελίου παρατήρησαν στην οθόνη ένα σύνολο ομοκεντρικών δακτυλίων, όμοιο με αυτό που έδιναν οι ακτίνες X , οι οποίες είναι κύματα.



Περίθλαση ακτίνων X σε κρύσταλλο Ni



Περίθλαση e^- σε κρύσταλλο Ni

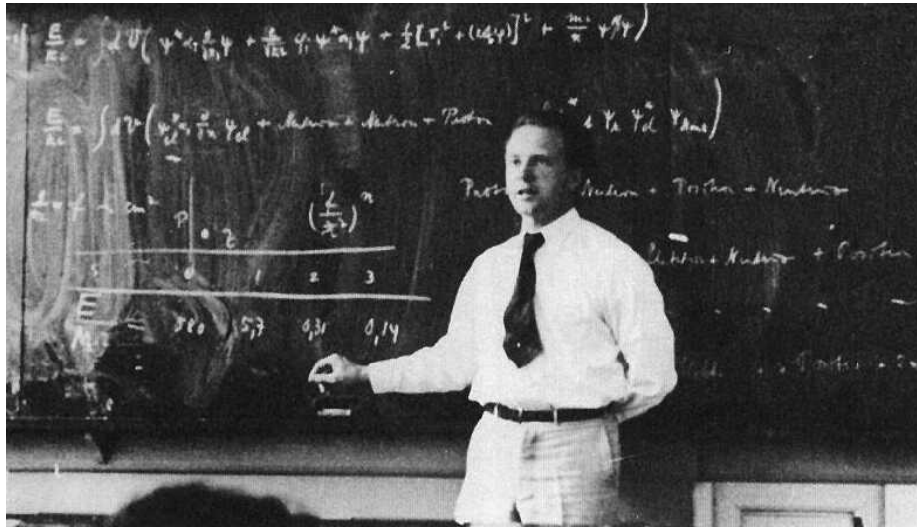
Κβαντομηχανική

- Την αρχική επιτυχία της Θεωρίας Bohr ακολούθησε μια σειρά από απογοητεύσεις.

Π.χ. ο Bohr δεν μπορούσε να εξηγήσει

- *τα φάσματα εκπομπής πολύπλοκων ατόμων αλλά ούτε και*
 - *την εμφάνιση επί πλέον γραμμών στο φάσμα του υδρογόνου παρουσία μαγνητικού πεδίου.*
- Ένα άλλο πρόβλημα ήταν η εκ των υστέρων ανακάλυψη της κυματικής φύσης των ηλεκτρονίων.
 - Με ποιο τρόπο θα μπορούσε να προσδιορίσει κανείς την θέση ενός κύματος?

Ομιλούμε για ένταση κύματος σε ένα σημείο αλλά όχι για την ακριβή του θέση διότι ένα κύμα εκτείνεται στο χώρο.



Αρχή της Αβεβαιότητας

“...Όσο πιο πολύ καθορίζεται με ακρίβεια η θέση, με τόσο λιγότερη ακρίβεια είναι γνωστή η ορμή, για εκείνη τη στιγμή, και το αντίθετο...”

Werner Heisenberg
(1901-1976)

Nobel Prize, 1932

Αβεβαιότητα Θέσης

$$\Delta p \cdot \Delta x \geq h/4\pi$$

$$\Delta p = m \Delta u$$

Ο κυματικός χαρακτήρας των σωματιδίων καθιστά εντελώς αδύνατη την ταυτόχρονη μέτρηση θέσης και ορμής

Αβεβαιότητα ταχύτητας

Εφαρμογή της αρχής της αβεβαιότητας

Ένα ηλεκτρόνιο κινούμενο στην περιοχή κάποιου ατομικού πυρήνα έχει ταχύτητα $6 \times 10^6 \pm 1\%$ m/s. Πόση είναι η αβεβαιότητα ως προς τη θέση του;

$$\Delta v = (6 \times 10^6 \text{ m/s})(0,01) = 6 \times 10^4 \text{ m/s}$$

$$(\Delta x) \geq \frac{h}{4\pi m \Delta v} \geq \frac{6,526 \times 10^{-34} \text{ kg m}^2/\text{s}}{(4 \times 3,14)(9,11 \times 10^{-31} \text{ kg})(6 \times 10^4 \text{ m/s})} \geq 1 \times 10^{-9} \text{ m}$$

Δx ηλεκτρονίου ~ 10 φορές μεγαλύτερη (!!!) από τη διάμετρο του ατόμου (10^{-10} m) \Rightarrow πώς μπορούμε να γνωρίζουμε πού ακριβώς βρίσκεται το e;

Συγκρίνετε: Το Δx μπάλας του μπέιζμπολ ($m = 0,146$ kg) που κινείται με ταχύτητα $44,7 \pm 1,00\%$ m/s είναι $8,08 \times 10^{-31}$ m \Rightarrow

Δx μηδαμινό (!!!): Ισχύει για όλα τα αντικείμενα του μακρόκοσμου

Κβαντομηχανική

- Συνεπώς ενώ η αρχική υπόθεση του Bohr ήταν σωστή δηλ. να προτείνει ότι η ενέργεια του ηλεκτρονίου είναι κβαντισμένη, η υπόθεση ότι η το e^- περιφέρεται σε συγκεκριμένες τροχιές γύρω από τον πυρήνα ήταν λανθασμένη
 - διότι αυτό υπονοεί ότι μπορούμε να προσδιορίσουμε την ακριβή θέση του e^- σε κάθε χρονική στιγμή.
- Ήταν λοιπόν αναγκαίο να επινοηθεί μια βασική εξίσωση που θα περιέγραφε την κίνηση και τις ενέργειες των υπομικροσκοπικών σωματιδίων, ανάλογη με τους νόμους της κίνησης του Newton των μακροσκοπικών αντικειμένων

Κβαντομηχανική



- Το 1926 ο Erwin Schrödinger (1887-1961, Αυστριακός Φυσικός, Nobel Φυσικής 1933) διατύπωσε την εξίσωση ΤΟΥ

$$-\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2\Psi + V\Psi = E\Psi$$

Γνωστά μεγέθη: m και V
Άγνωστα μεγέθη που μπορούν να προσδιορισθούν:

Ψ και E (ολική ενέργεια e)

η οποία είναι μαθηματικά πολύπλοκη.

- Αυτό που πρέπει να σημειώσουμε είναι ότι αυτή η εξίσωση περιλαμβάνει:
 - και τις κυματικές ιδιότητες του ηλεκτρονίου (με την εισαγωγή της κυματοσυνάρτησης ψ), αλλά
 - και την σωματιδιακή ιδιότητα του ηλεκτρονίου (με την μάζα του m).

Ψ και E (ολική ενέργεια e)

Από τις άπειρες λύσεις Ψ , μερικές έχουν φυσική σημασία και θεωρούνται παραδεκτές \Rightarrow **ορισμένες οι τιμές της E .**

Ακριβείς λύσεις μόνο για το H και τα υδρογονοειδή άτομα !!!

...Που βασίστηκε ο Schrödinger...



1. Η πεποίθηση ότι η **κυματικότητα** των σωματιδίων είναι το κλειδί της κβαντικής θεωρίας
2. Η πεποίθηση ότι το σωματίδιο-κύμα μπορεί να περιγραφεί στη γλώσσα των μαθηματικών

1. Ο **Schrödinger** ήταν εκείνος που μετέτρεψε τις ασαφείς ακόμα ιδέες για κύματα ηλεκτρονίων σε έναν συνεπή μαθηματικό φορμαλισμό, ο οποίος εφαρμόστηκε αμέσως και με μεγάλη επιτυχία στα ηλεκτρόνια και όχι μόνο σ' αυτά. Στη δική του πρόταση, κάθε κατάσταση ενός συστήματος περιγράφεται από μια ποσότητα η οποία λέγεται **Κυματοσυνάρτηση** και συμβολίζεται με το ελληνικό γράμμα **Ψ** .

2. Ο πυρήνας της προσέγγισης ήταν μια εξίσωση η οποία υπαγόρευε το πώς θα διαδίδεται κάθε κύμα στον χώρο και στον χρόνο, και το υπαγόρευε μέσα από την κυματοσυνάρτηση του σωματιδίου

...τι είναι όμως αυτή η
κυματοσυνάρτηση?????...

“...Τα κύματα των ηλεκτρονίων ήταν
κύματα πιθανότητας...”

Ψ^2 = η πιθανότητα το ηλεκτρόνιο να
βρεθεί στο σημείο (x, y, z) ή καλύτερα
στο στοιχειώδη όγκο $dr=dx dy dz$

η θεώρηση αυτή υπονόμει τα θεμέλια της Αιτιότητας,
δημιουργούσε ρήγμα στην πανάρχαια σύνδεση της αιτίας με το
αποτέλεσμα.

Schrödinger
De Broglie
Einstein

(GR)

Vs.

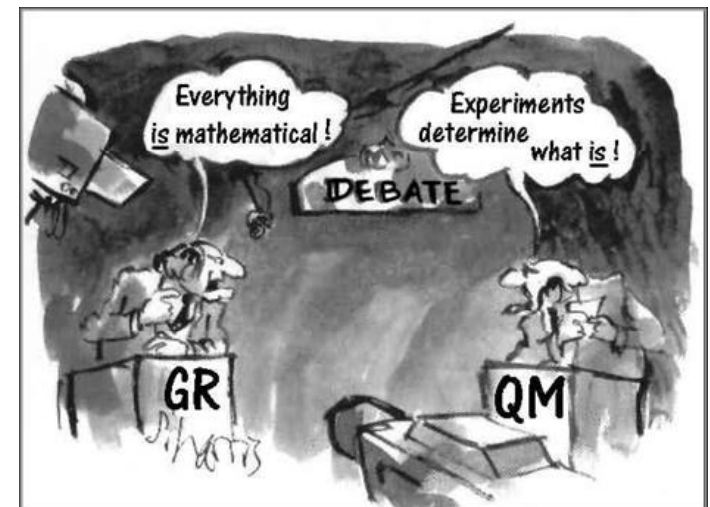
Born
Bohr
Heisenberg
Pauli

(QM)



Max Born (1882-1970)

1954 - Nobel Prize in Physics



...famous words...

If God has made the world a perfect mechanism, He has at least conceded so much to our imperfect intellects that in order to predict little parts of it, we need not solve innumerable differential equations, but can use dice with fair success. (Max Born, on Quantum Theory)

I believe there is no philosophical high-road in science, with epistemological signposts. No, we are in a jungle and find our way by trial and error, building our road behind us as we proceed.

Max Born (1882-1970) German Physicist. Nobel Prize, 1954.

The question of whether the waves are something "real" or a function to describe and predict phenomena in a convenient way is a matter of taste. I personally like to regard a probability wave, even in $3N$ -dimensional space, as a real thing, certainly as more than a tool for mathematical calculations ... Quite generally, how could we rely on probability predictions if by this notion we do not refer to something real and objective? (Max Born, Dover publ., 1964, "Natural Philosophy of Cause and Chance",

"I am convinced that He (God) does not play dice." (Albert Einstein on Max Born's theory)



Επιτρεπτές τιμές Ψ

Να είναι **μονότιμη**. Να έχει δηλαδή μια μόνο τιμή σε κάθε σημείο (x, y, z) .

Να είναι **συνεχής**, καθώς η τιμή της πιθανότητας δεν μπορεί να αλλάξει απότομα σε δύο γειτονικά σημεία.

Να είναι **πεπερασμένη**, δηλαδή να μη παίρνει την τιμή άπειρο πουθενά.

Να είναι **κανονικοποιημένη**, δηλαδή το άθροισμα των πιθανοτήτων να βρεθεί ηλεκτρόνιο σε οποιοδήποτε σημείο του χώρου γύρω από τον πυρήνα να είναι ίσο με τη μονάδα (βεβαιότητα)

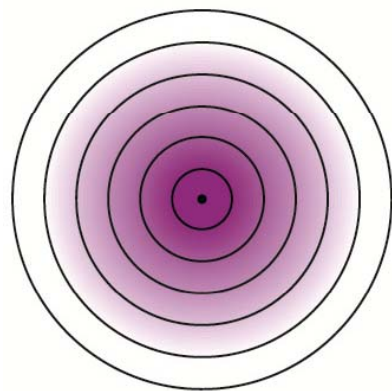
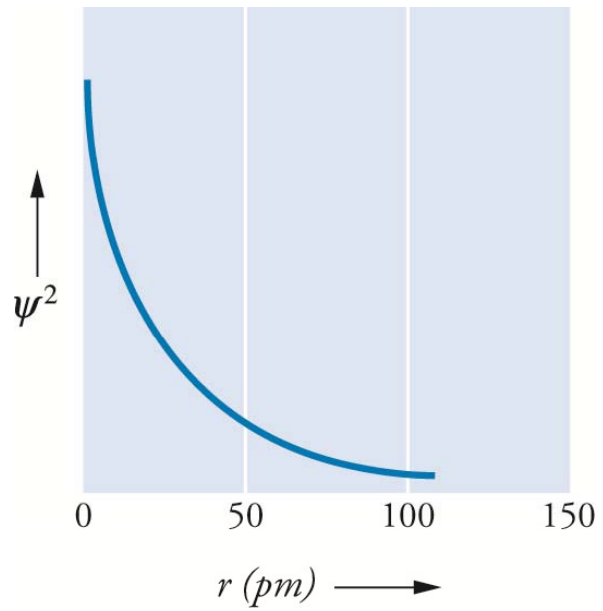
$$H \Psi = E \Psi$$

H: ο τελεστής Hamilton (Hamiltonian operator) ο οποίος μας δίνει οδηγίες σχετικά με την εκτέλεση μιας σειράς μαθηματικών πράξεων (π.χ. μερικό διαφορικό) επί της κυματοσυνάρτησης Ψ

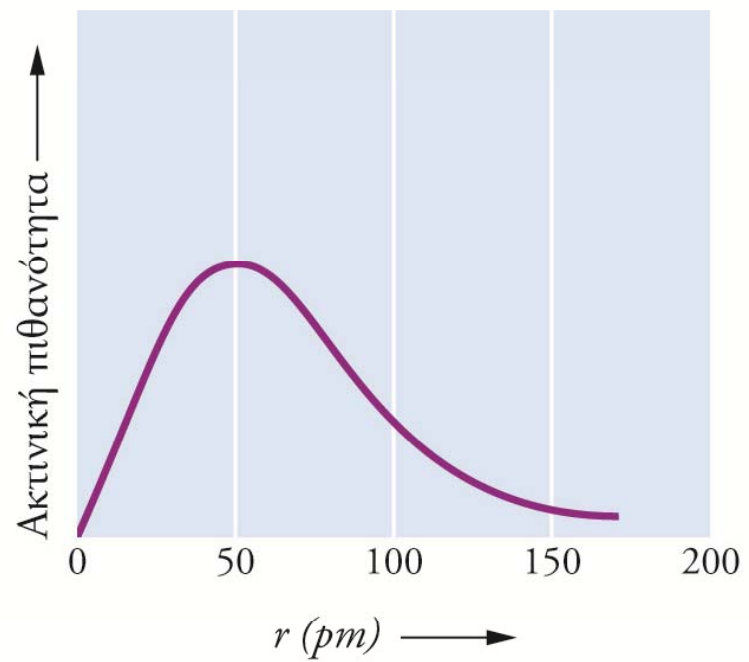
E: η ολική ενέργεια των ηλεκτρονίων, η οποία αποτελεί τη μετρήσιμη ιδιότητα του συστήματος. Στην περίπτωση του ατόμου του υδρογόνου η ενέργεια αυτή αποτελεί το άθροισμα της δυναμικής ενέργειας, λόγω των ελκτικών δυνάμεων μεταξύ του πυρήνα και ηλεκτρονίου, και της κινητικής ενέργειας του ηλεκτρονίου

H Ψ περιέχει όλες τις πληροφορίες για την κατάσταση του ατόμου του H.

$\Psi^2 =$ η πιθανότητα το ηλεκτρόνιο να βρεθεί στο σημείο (x, y, z) ή καλύτερα στο στοιχειώδη όγκο $dr = dx dy dz$ (κατανομή του ηλεκτρονιακού νέφους)

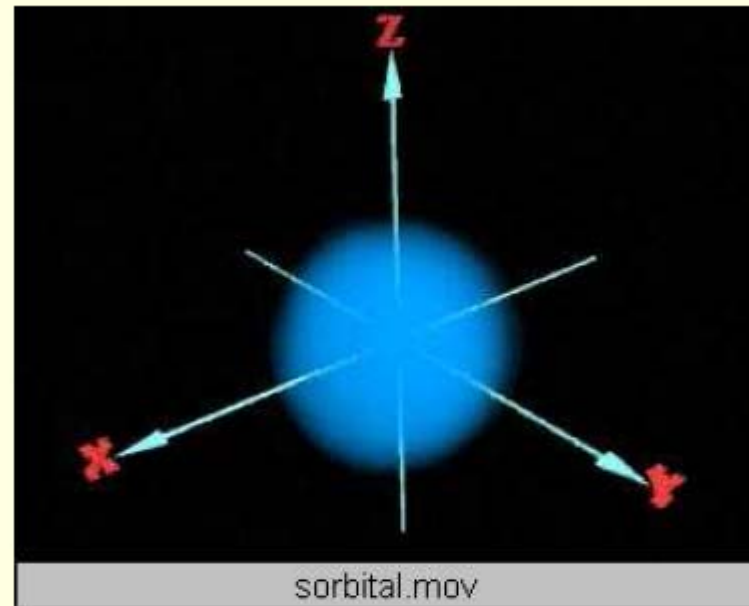
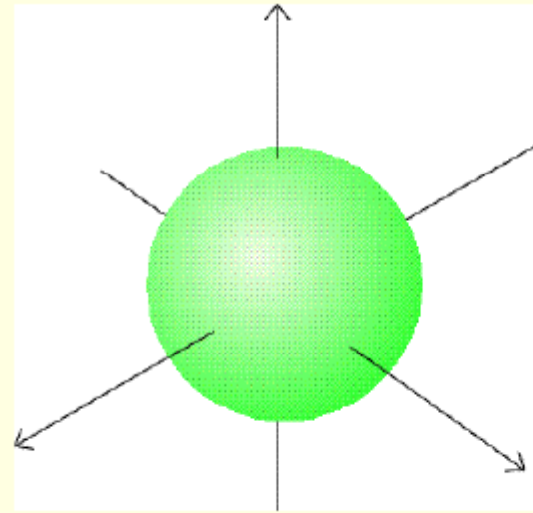


A



B

Αντικαθιστούμε λοιπόν τον όρο *τροχιά* με τον όρο *ατομικό τροχιακό* που ορίζεται σαν η συνάρτηση πιθανότητας η οποία καθορίζει την κατανομή της ηλεκτρονικής πυκνότητας στο χώρο.



- Το τροχιακό είναι η περιοχή του χώρου γύρω από τον πυρήνα όπου υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να βρεθεί το ηλεκτρόνιο (ή τα ηλεκτρόνια)
- Σημαίνει αυτό ότι γνωρίζουμε την ακριβή θέση του κάθε ηλεκτρονίου στο άτομο;

Η λύση της εξίσωσης του
Schrödinger μας δίνει
πληροφορίες για τις τιμές
της **ενέργειας** και
της **στροφορμής**
των ηλεκτρονίων στο άτομο.

Ο **κύριος κβαντικός αριθμός (n)** είναι ένας ακέραιος αριθμός, ίδιος με εκείνον που είχε προβλέψει αυθαίρετα, στο δικό του μοντέλο, ο Bohr. Καθορίζει τις *επιτρεπόμενες τιμές της (συνολικής) ενέργειας του ηλεκτρονίου* άρα και τις ηλεκτρονικές στιβάδες.

Ο κύριος κβαντικός αριθμός καθορίζει το **μέγεθος** του ηλεκτρονιακού νέφους

Ο **δευτερεύων κβαντικός αριθμός (ℓ)**, με τιμές **0, 1, 2, $n-1$** , καθορίζει την κβάντωση των τιμών της τροχιακής στροφορμής και τις λεγόμενες *υποστιβάδες*. Η τιμή του σχετίζεται με τη μεταξύ των ηλεκτρονίων αλληλεπίδραση

Ο δευτερεύων κβαντικός αριθμός καθορίζει το **σχήμα** του ηλεκτρονιακού νέφους

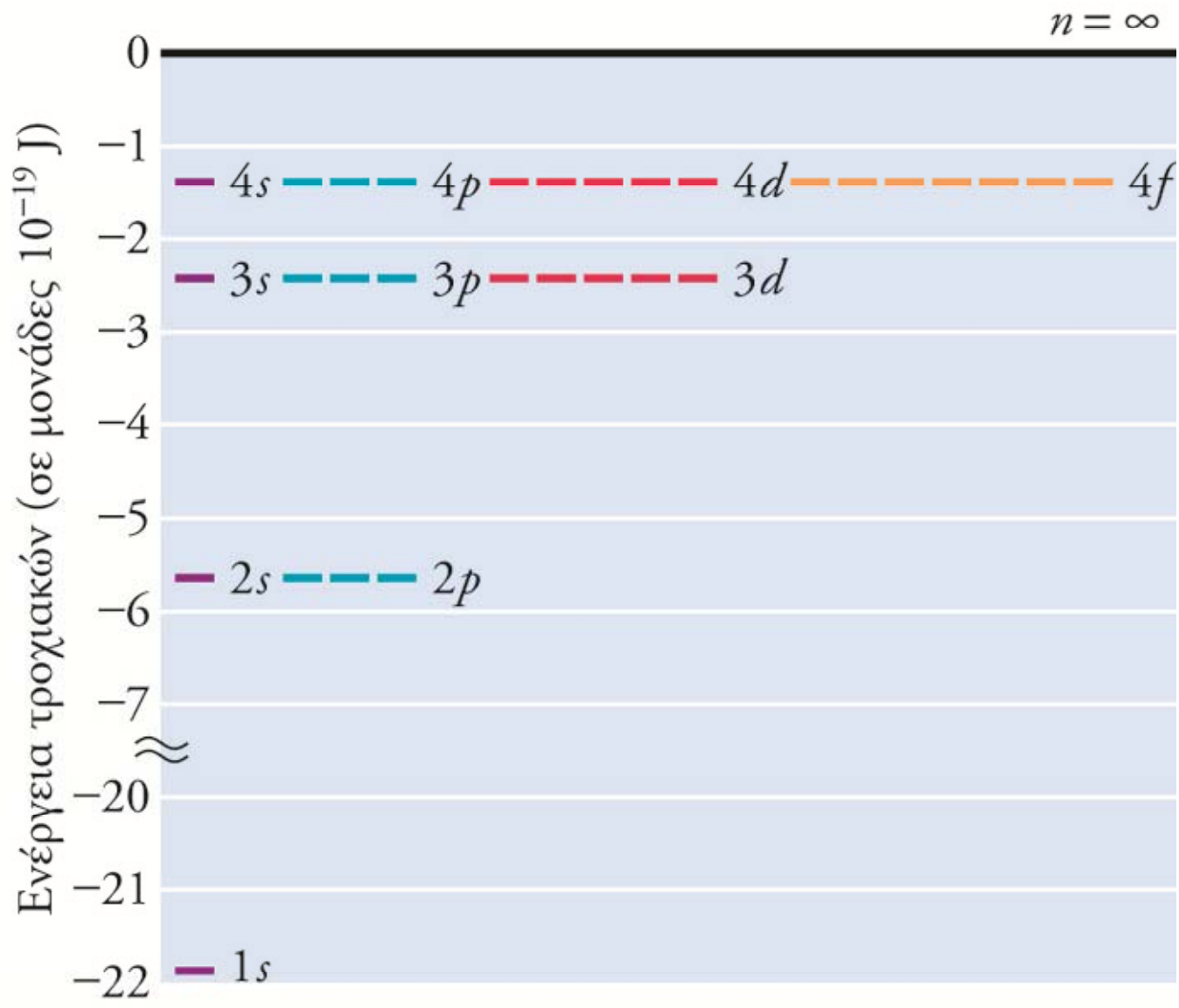
Ο **τρίτος**, τέλος, ο λεγόμενος και **μαγνητικός κβαντικός αριθμός (m_ℓ)**, με τιμές **$-\ell, -(\ell-1) \dots 0, \dots (\ell-1), \ell$** , καθορίζει τους επιτρεπόμενους προσανατολισμούς του διανύσματος της στροφορμής, άρα και των επιπέδων των ηλεκτρονικών τροχιών.

Χρησιμοποιώντας την έννοια *ηλεκτρονιακό νέφος* μπορούμε να πούμε ότι

Ο **μαγνητικός κβαντικός αριθμός καθορίζει τον προσανατολισμό** του ηλεκτρονιακού νέφους

b Orbitals and Electron Capacity of the First Four Principle Energy Levels

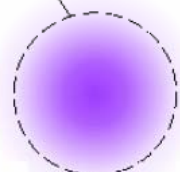
Principle energy level (n)	Type of sublevel	Number of orbitals per type	Number of orbitals per level(n^2)	Maximum number of electrons ($2n^2$)
1	s	1	1	2
2	s	1	4	8
	p	3		
3	s	1	9	18
	p	3		
	d	5		
4	s	1	16	32
	p	3		
	d	5		
	f	7		



Τα σχήματα των ατομικών τροχιακών

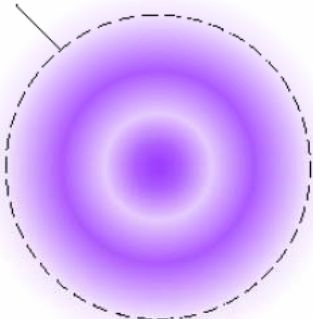
Διατομές της κατανομής ηλεκτρονικής πιθανότητας για s τροχιακά

Περίγραμμα 99%



τροχιακό 1s

Περίγραμμα 99%

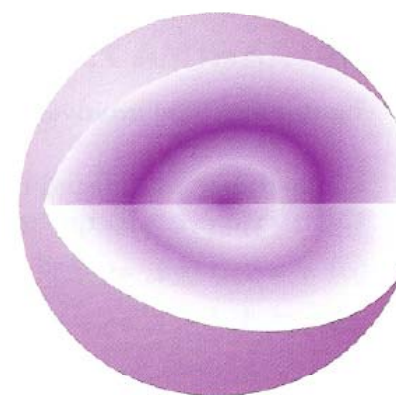


τροχιακό 2s

Διαγράμματα αποκοπής που δείχνουν το σφαιρικό σχήμα των τροχιακών s



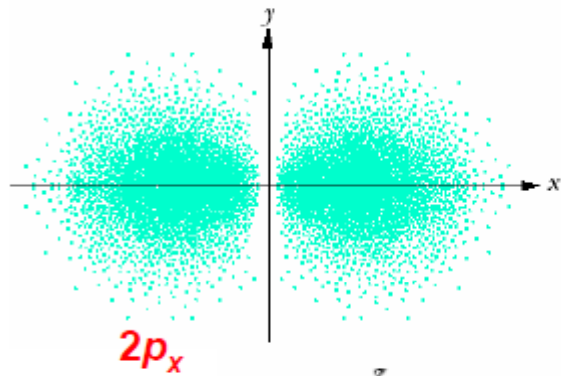
τροχιακό 1s



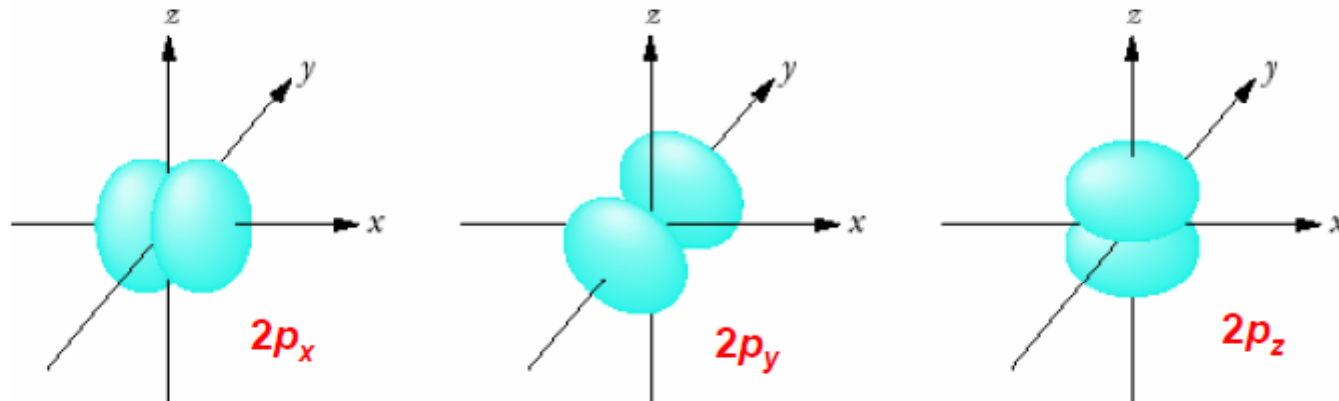
τροχιακό 2s

Τα τροχιακά $2p$

(A) Ηλεκτρονική κατανομή στο τροχιακό $2p_x$



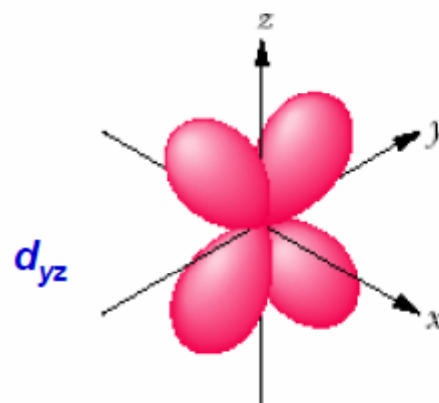
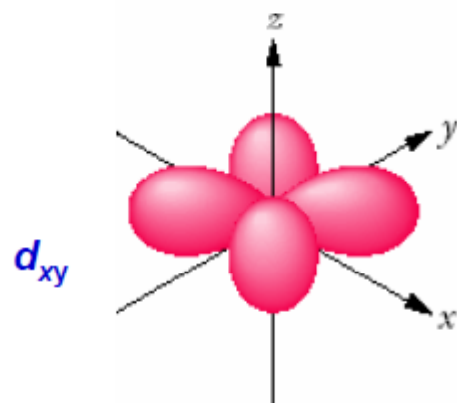
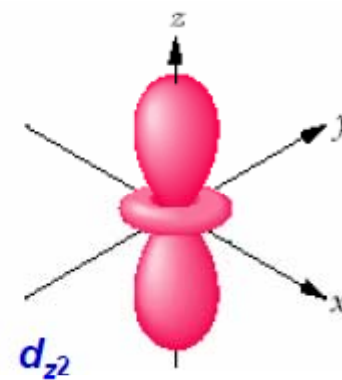
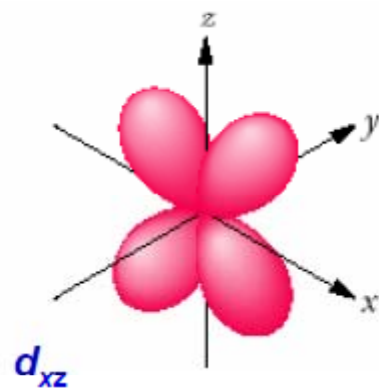
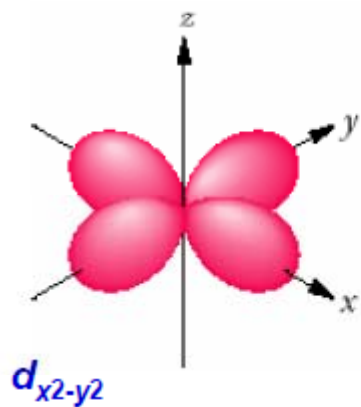
Η κατανομή αυτή αποτελείται από δύο λοβούς προσανατολισμένους κατά μήκος του άξονα x .



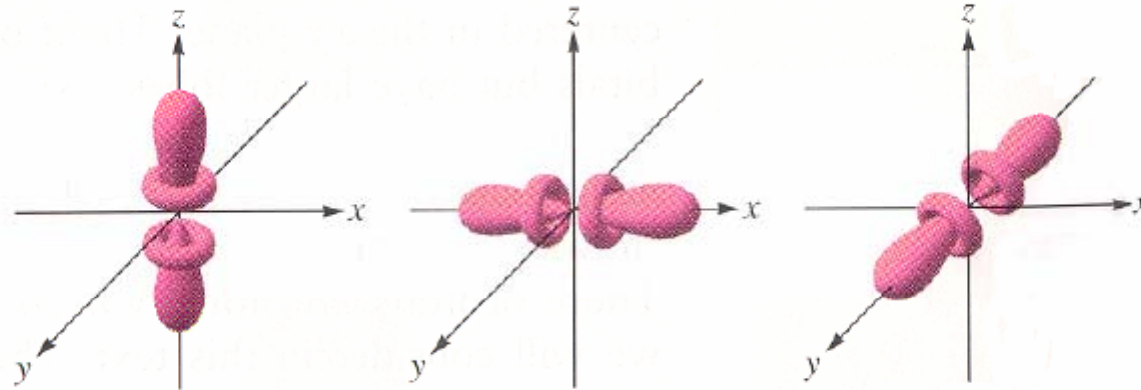
(B) Προσανατολισμοί των τριών τροχιακών $2p$

Τα σχήματα δίνουν τη γενική εικόνα και τον προσανατολισμό των τροχιακών, όχι όμως τη λεπτομερή ηλεκτρονική κατανομή που δίνει το (A).

Τα πέντε τροχιακά 3d



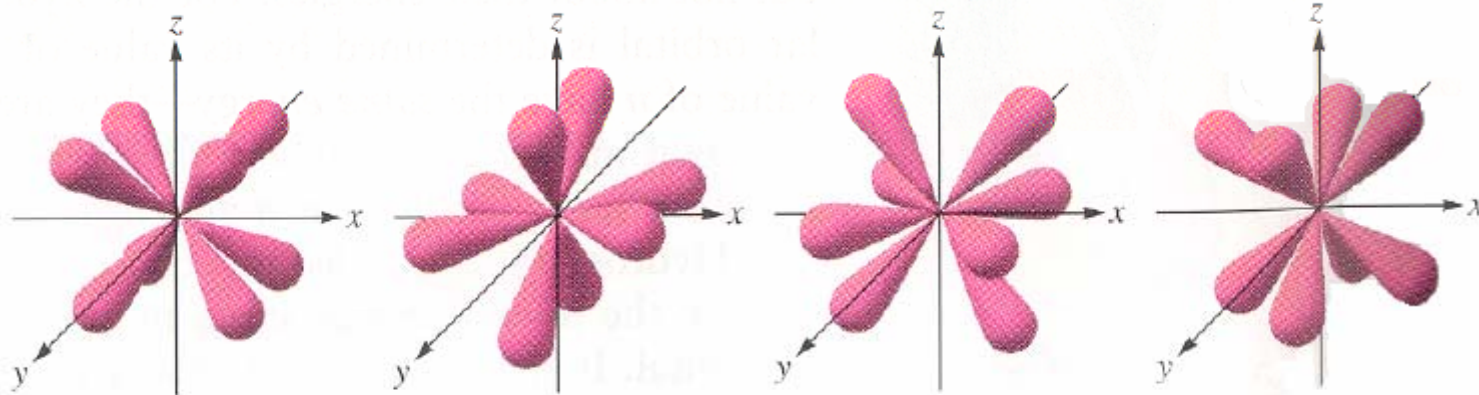
Τα επτά τροχιακά $4f$



$$f_{z^3 - \frac{3}{5}zr^2}$$

$$f_{x^3 - \frac{3}{5}xr^2}$$

$$f_{y^3 - \frac{3}{5}yr^2}$$



$$f_{xyz}$$

$$f_{y(x^2 - z^2)}$$

$$f_{x(z^2 - y^2)}$$

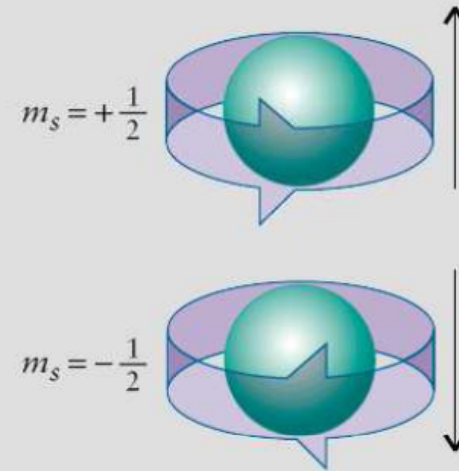
$$f_{z(x^2 - y^2)}$$

■ Η ασυνήθης ακολουθία αυτών των γραμμάτων έχει ιστορική σημασία.

- Οι επιστήμονες που μελετούσαν τα ατομικά φάσματα εκπομπής προσπάθησαν να συσχετίσουν τις φασματικές γραμμές με τα ενεργειακά επίπεδα των αντιστοιχών μεταβάσεων.
- Έτσι παρατήρησαν ότι μερικές γραμμές ήταν πολύ έντονες *sharp* ενώ άλλες ήταν λιγότερο ισχυρές *principal* και άλλες ήταν ασθενείς *diffuse*. Μετά το γράμμα αυτό η σειρά είναι αλφαβητική.

Επειδή τα ηλεκτρόνια γυρίζουν γύρω από τον άξονα τους και επί πλέον έχουν και φορτίο, παράγουν μαγνητικό πεδίο δηλ. δρουν σαν μικροσκοπικοί μαγνήτες.

Επειδή υπάρχουν δυο δυνατοί τρόποι για να κάνει σπίν το ηλεκτρόνιο (δεξιόστροφα και αριστερόστροφα) ο κβαντικός αριθμός του spin m_s έχει τιμές $+1/2$ και $-1/2$.

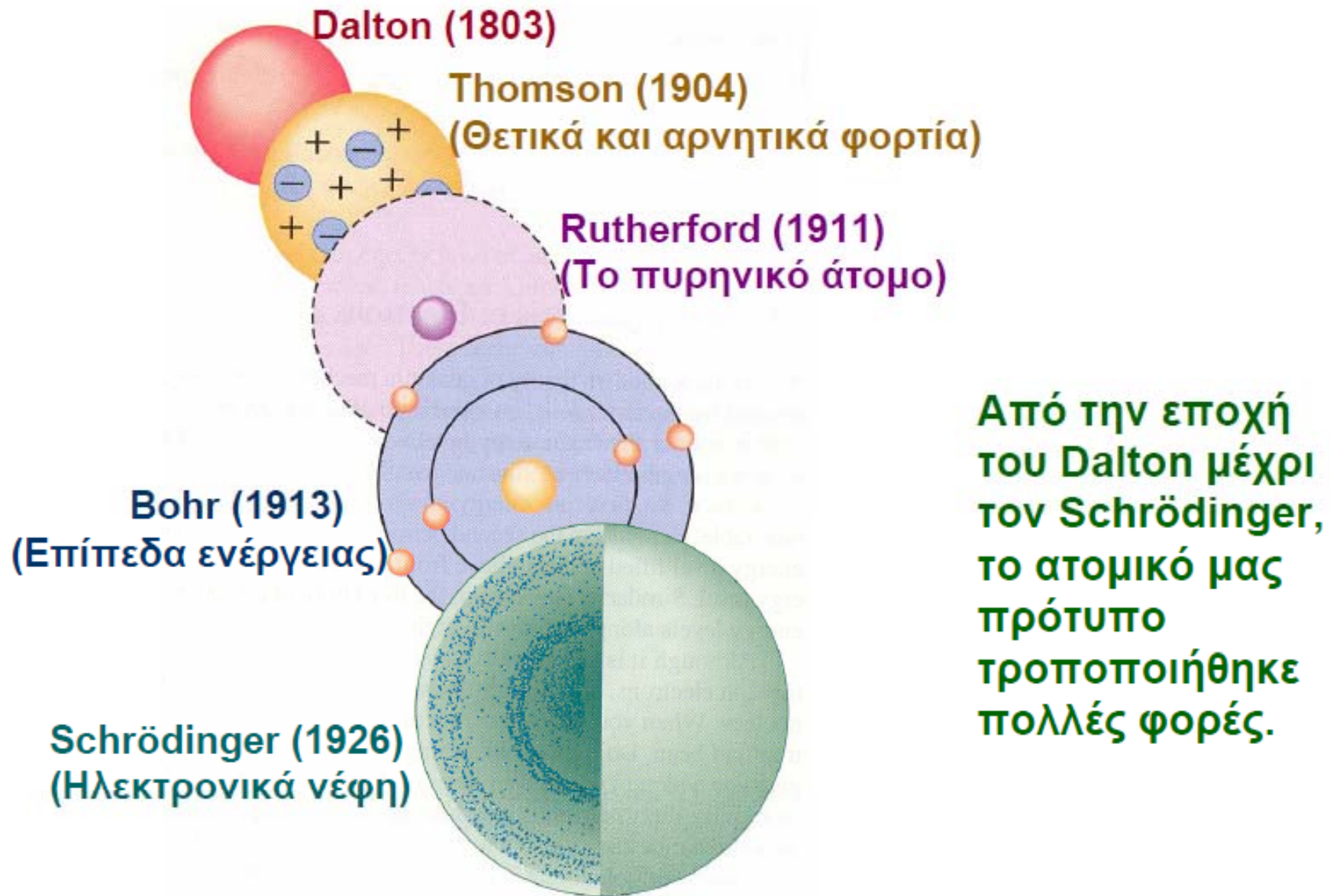


...τέταρτος κβαντικός αριθμός, m_s ...

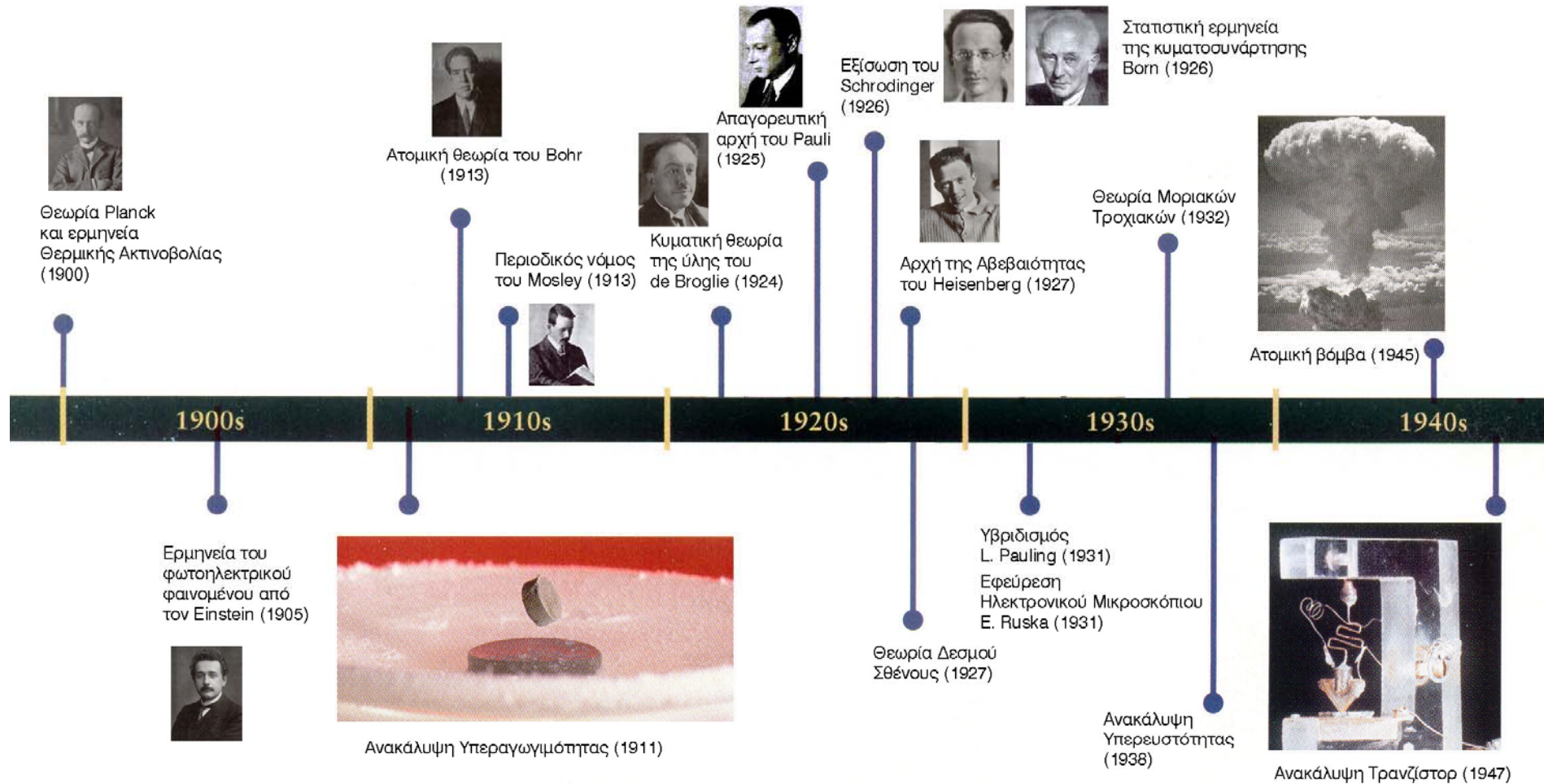
Ατομικά Τροχιακά - Σύνοψη

- Περιγράψαμε το τροχιακό σαν την συνάρτηση πιθανότητας που ορίζει την κατανομή της ηλεκτρονικής πυκνότητας στο χώρο.
- Επί πλέον η κυματοσυνάρτηση χαρακτηρίζεται και από τρεις κβαντικούς αριθμούς ενώ ο τέταρτος έχει να κάνει με τις μαγνητικές ιδιότητες των ηλεκτρονίων.
- Το κβαντομηχανικό μοντέλο προβλέπει διακριτά ενεργειακά επίπεδα μέσα στο άτομο.

...Η πορεία του ατομικού προτύπου



ΟΙ ΜΕΓΑΛΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΚΒΑΝΤΙΚΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

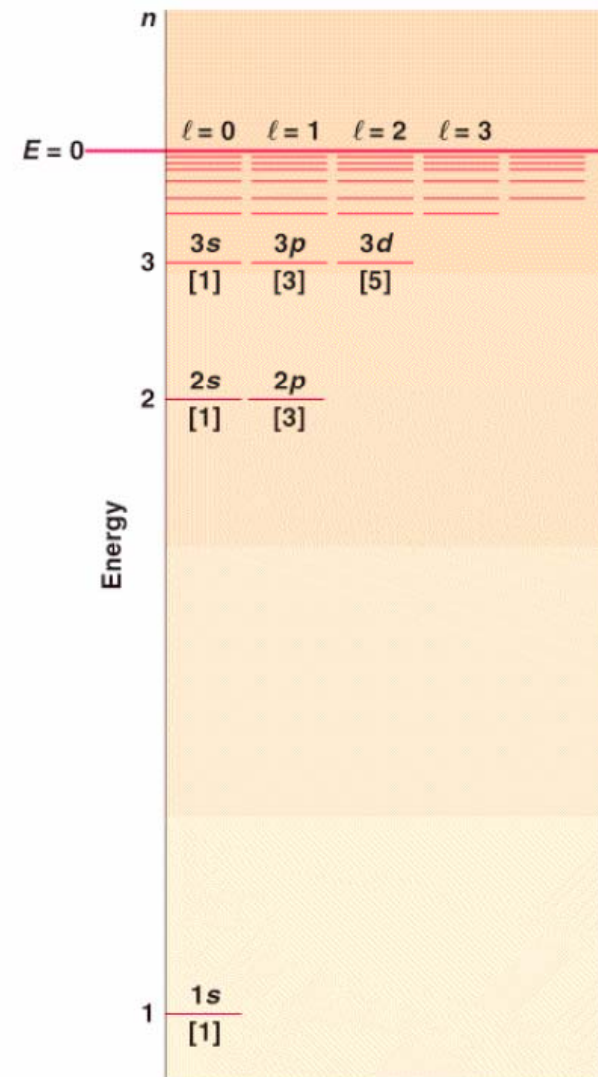


Ενέργεια τροχιακών

- Στο άτομο του υδρογόνου η ενέργεια του ηλεκτρονίου καθορίζεται μόνο από τον κύριο κβαντικό αριθμό n . Έτσι,

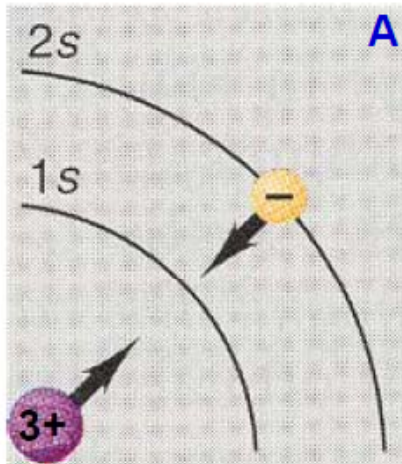
$$1s < 2s = 2p < 3s = 3p = 3d < 4s = 4p = 4d = 4f < \dots$$

- Μόνο το υδρογόνο και υδρογονοειδή ιόντα (π.χ. He^+ , Li^{2+} , Be^{3+}) έχουν αυτό το χαρακτηριστικό.

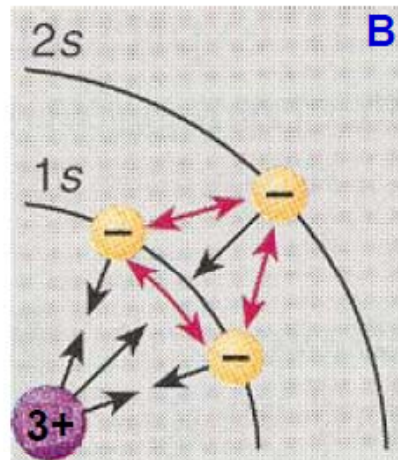


Δραστικό πυρηνικό φορτίο και ενέργειες τροχιακών

Τι ονομάζουμε φαινόμενο θωράκισης ή προάσπισης;



A. Το μοναδικό e του Li^{2+} «αισθάνεται» επάνω του **όλη** την έλξη του φορτίου +3 του πυρήνα.



B. Τα δύο e 1s που παρεμβάλλονται μεταξύ πυρήνα και e 2s στο άτομο Li μειώνουν αισθητά την ελκτική δράση του πυρηνικού φορτίου πάνω στο 2s e.

Το **καθαρό** πυρηνικό φορτίο που έλκει τελικά ένα **προστατευμένο ή θωρακισμένο e** (όπως το 2s) ονομάζεται **δραστικό πυρηνικό φορτίο (Z_{eff})**.

Η σταθερότητα του ηλεκτρονίου είναι αποτέλεσμα αφ' ενός της **έλξης** μεταξύ του ηλεκτρονίου και του πυρήνα και αφ' ετέρου της **άπωσης** μεταξύ του ηλεκτρονίου και των υπολοίπων ηλεκτρονίων του ατόμου.

Και η έλξη και η άπωση εξαρτώνται από το (είδος) σχήμα του τροχιακού στο οποίο ευρίσκεται το ηλεκτρόνιο.

Από πού εξαρτάται η αποτελεσματικότητα της θωράκισης ενός e ;
... Από τον τύπο του τροχιακού στο οποίο βρίσκεται το συγκεκριμένο e .

Πυκνότητα ηλεκτρονικού φορτίου πλησίον του πυρήνα:

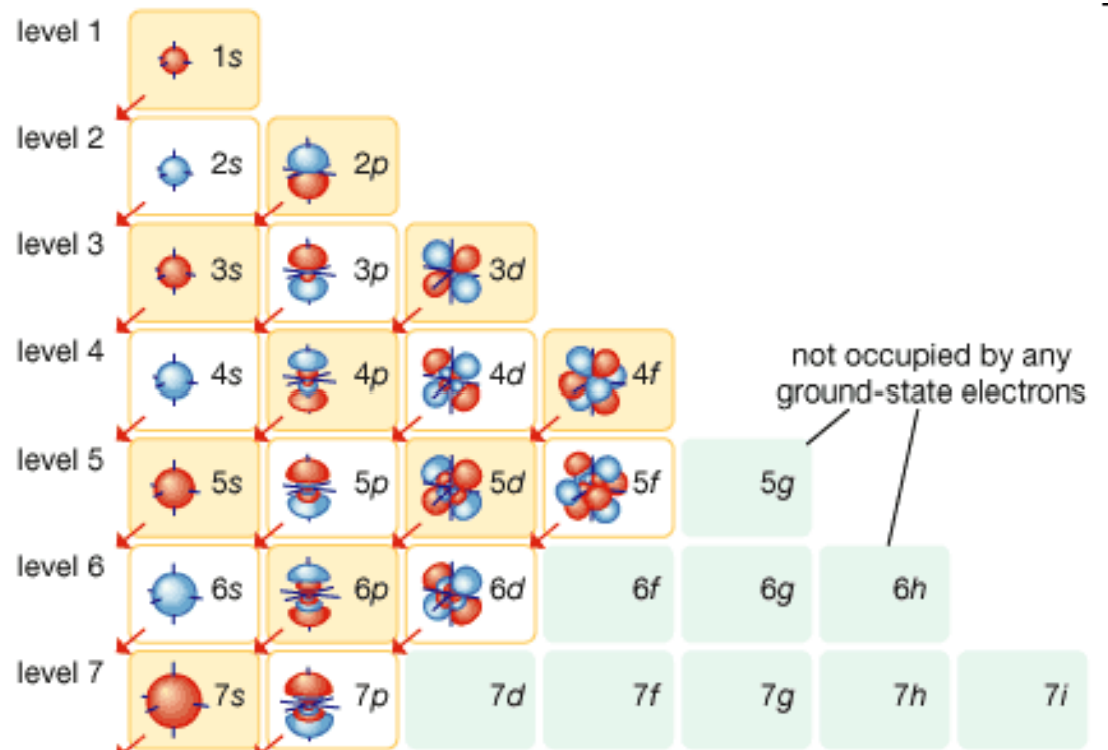
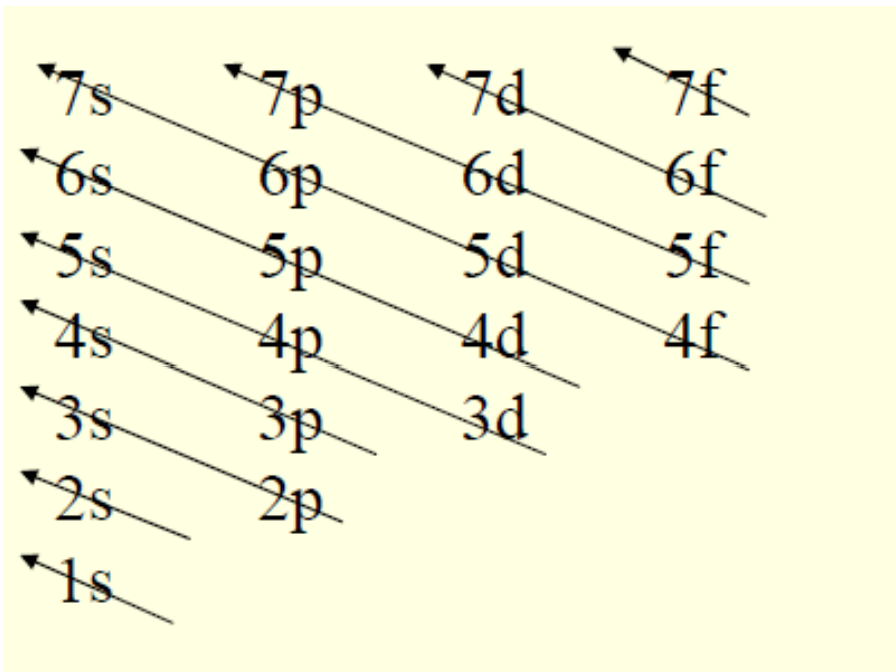
$$2s > 2p, \quad 3s > 3p > 3d$$

\Rightarrow ένα e $2s$ έλκεται από τον πυρήνα ισχυρότερα από ό,τι ένα e $2p$ (ή, επάνω στο $2s$ δρα ένα ισχυρότερο Z_{eff} από ό,τι στο $2p$)

Για ένα e τύπου s , είναι $\ell = 0$ και για ένα e τύπου p , είναι $\ell = 1 \Rightarrow$
σε ένα πολυηλεκτρονικό άτομο και για δεδομένο n , το Z_{eff} αυξάνεται καθώς η τιμή του ℓ ελαττώνεται.

Όταν το Z_{eff} αυξάνεται, η ενέργεια ενός τροχιακού ελαττώνεται (σταθεροποίηση) και αντιστρόφως \Rightarrow

Σε ένα πολυηλεκτρονικό άτομο και για δεδομένο n , η ενέργεια ενός τροχιακού αυξάνεται, καθώς η τιμή του ℓ αυξάνεται.



Η Απαγορευτική Αρχή του Pauli...

“...no two electrons can have the same four quantum numbers...”

“...Δεν γίνεται 2 e⁻ στο ίδιο άτομο να έχουν και τους 4 κβαντικούς αριθμούς ίδιους...”



Αν έχουν τους 3 πρώτους ίδιους (n , l , m_l) ο τέταρτος (m_s) **πρέπει** είναι διαφορετικός!



Wolfgang Pauli

Nobel Prize in
Physics, 1945

Επειδή ο m_s μπορεί να είναι μόνο $\pm 1/2$, κάθε τροχιακό μπορεί να **χωρέσει** μόνο 2 e⁻

Ηλεκτρονική διαμόρφωση

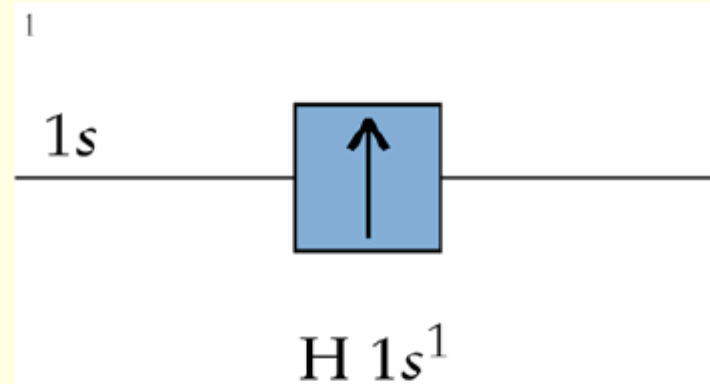
H

$1s^1$

Δείχνει τον αριθμό των ηλεκτρονίων στο τροχιακό

Δείχνει τον κβαντικό αριθμό l

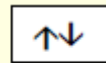
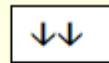
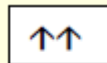
Δείχνει τον κύριο κβαντικό αριθμό



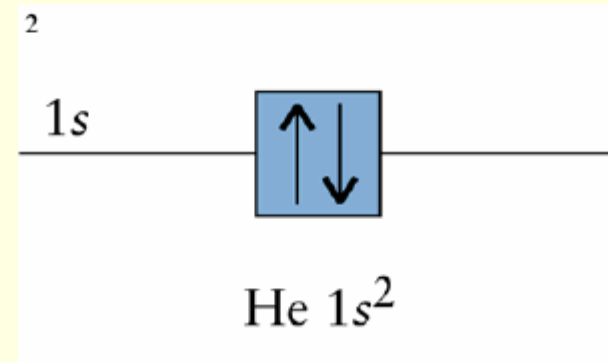
Ηλεκτρονική διαμόρφωση

He

Υπάρχουν τρεις πιθανές επιλογές



(α) $1s^2$, (β) $1s^2$ και (γ) $1s^2$



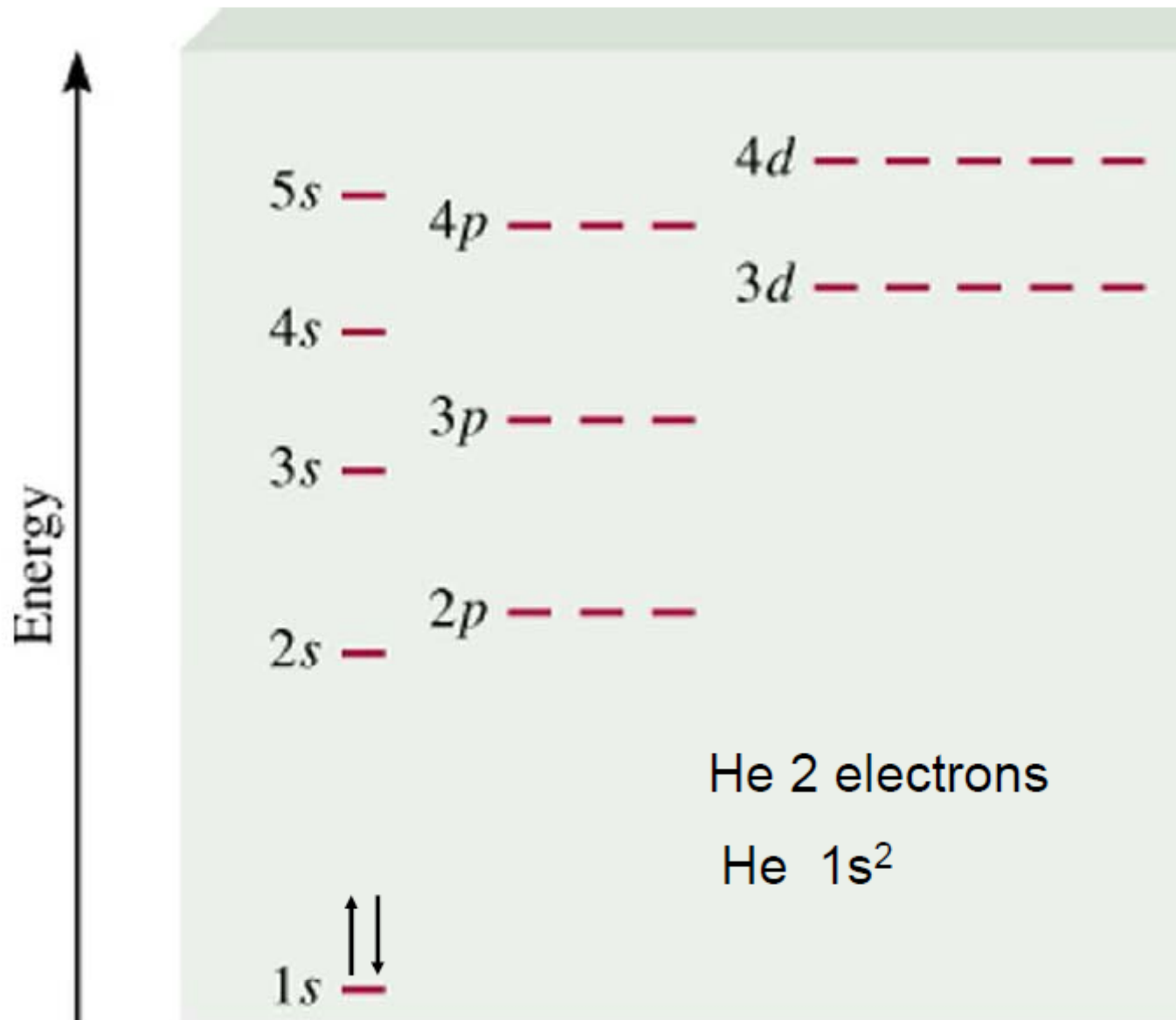
❌ Η (α) και (β) επιλογή αποκλείονται λόγω της απαγορευτικής αρχής του Pauli. (Δυο ηλεκτρόνια σε ένα άτομο δεν μπορούν να έχουν και τους τέσσερες κβαντικούς αριθμούς ίδιους.)

❌ Στο (α) τα ηλεκτρόνια έχουν τους ίδιους κβαντικούς αριθμούς $(1,0,0,+1/2)$

❌ Στο (β) τα ηλεκτρόνια έχουν τους ίδιους κβαντικούς αριθμούς $(1,0,0,-1/2)$

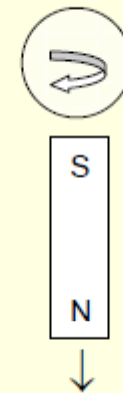
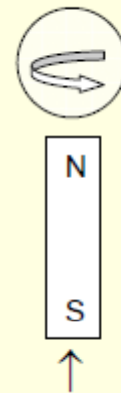
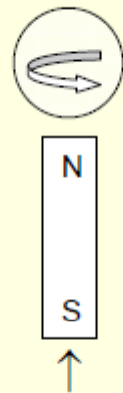
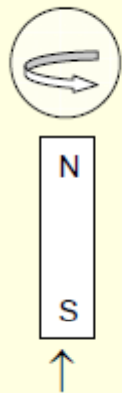
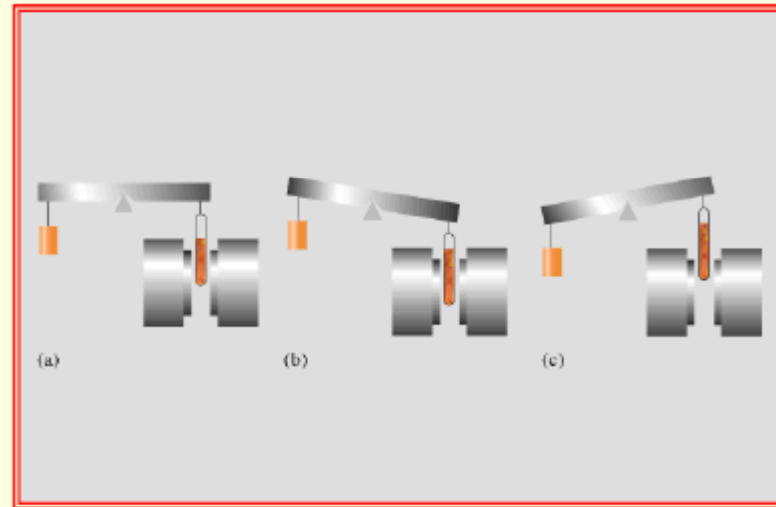
❌ Τέλος στο (γ) το ένα ηλεκτρόνιο έχει $(1,0,0,+1/2)$ και το άλλο $(1,0,0,-1/2)$.

Fill lowest energy orbitals first (***Aufbau principle***)



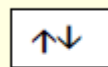
Διαμαγνητισμός και παραμαγνητισμός

- **Διαμαγνητικές** ουσίες είναι αυτές οι οποίες απωθούνται από ένα εξωτερικό μαγνητικό πεδίο ενώ **παραμαγνητικές** αυτές οι οποίες έλκονται από ένα εξωτερικό μαγνητικό πεδίο.
- Το He είναι διαμαγνητικό και αυτή η πειραματική διαπίστωση συμφωνεί με την αρχή του Pauli.



Ηλεκτρονική διαμόρφωση

Li (Z=3)

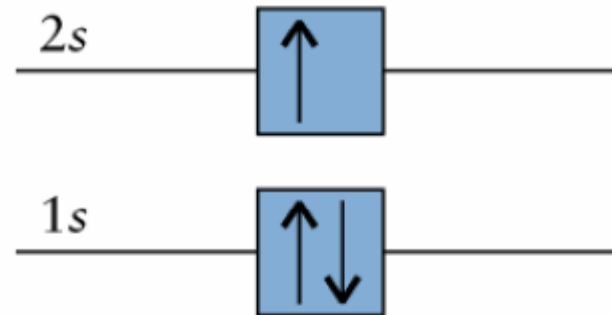


$1s^2$



$2s^1$

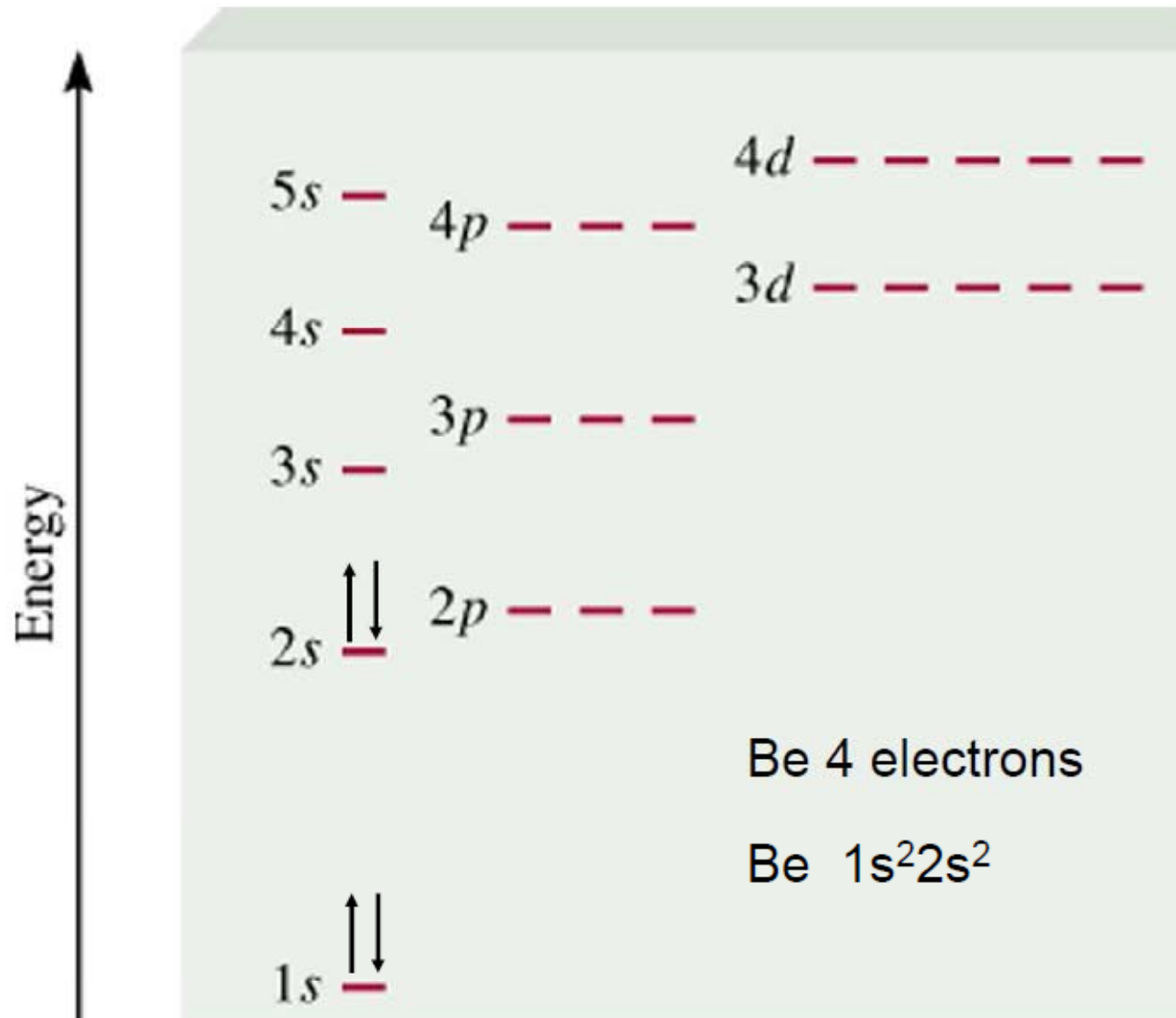
3



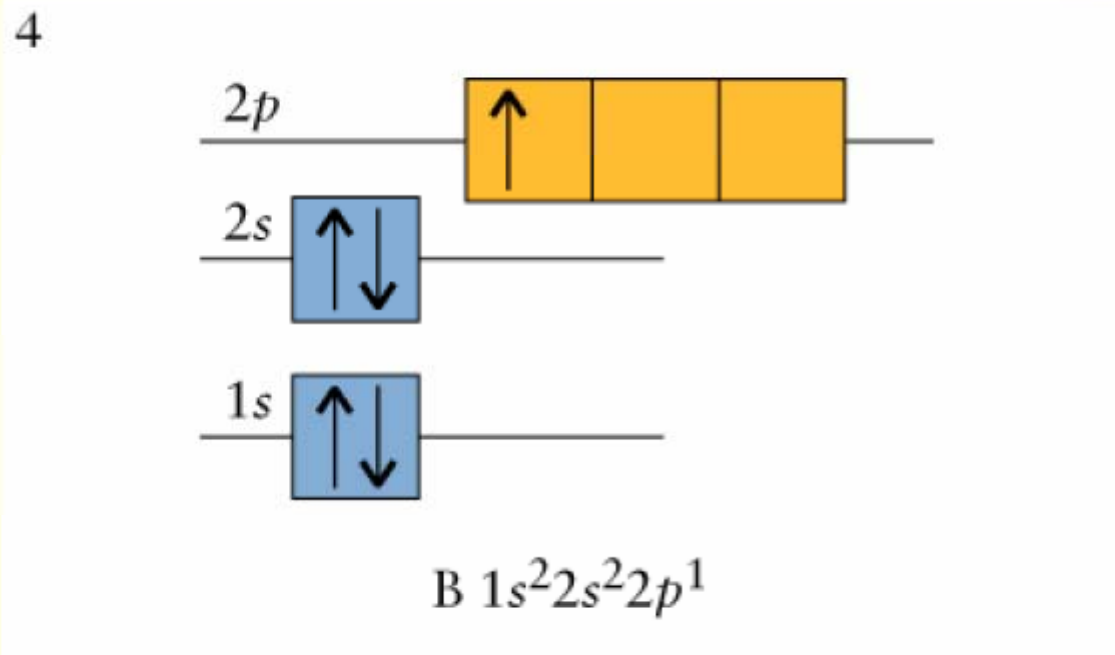
Li $1s^2 2s^1$

Το άτομο είναι παραμαγνητικό διότι περιέχει ένα ασύζευκτο ηλεκτρόνιο.

Fill lowest energy orbitals first (*Aufbau principle*)



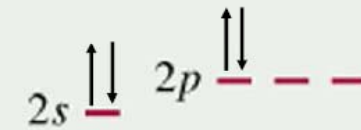
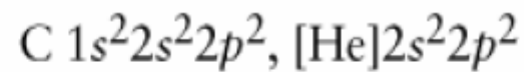
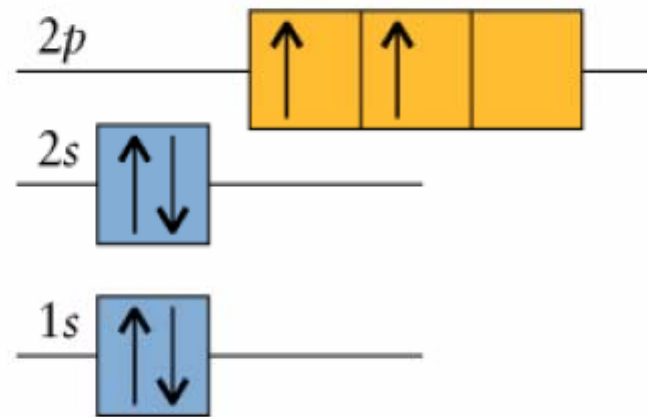
Ηλεκτρονική διαμόρφωση



B ($Z=5$) Το άτομο είναι παραμαγνητικό διότι περιέχει ένα ασύζευκτο ηλεκτρόνιο.

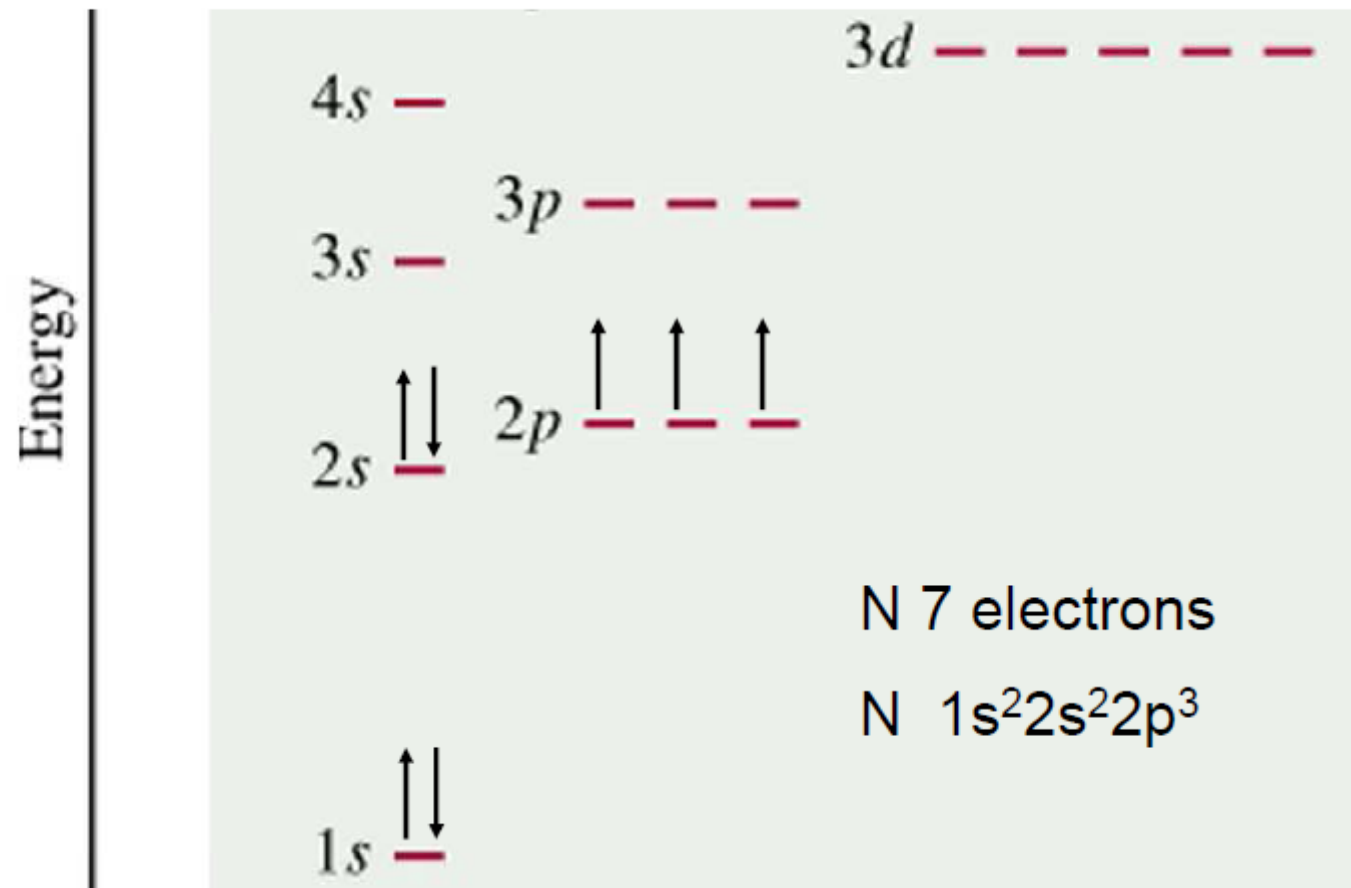
Ηλεκτρονική διαμόρφωση

5



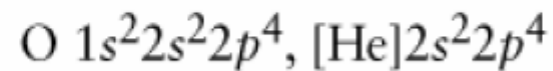
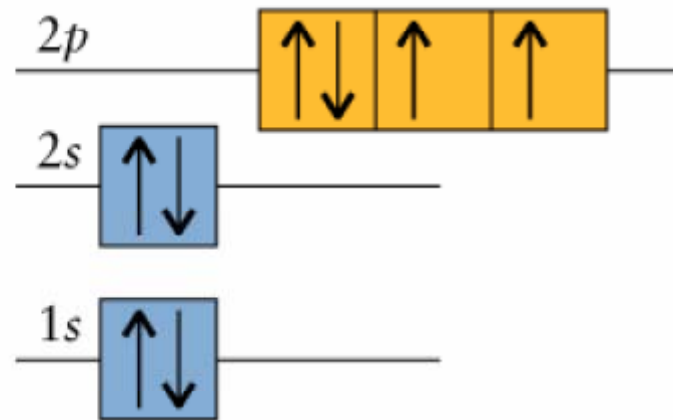
Το άτομο είναι παραμαγνητικό διότι περιέχει ασύζευκτα ηλεκτρόνια.

Hund's rule: The most stable arrangement of electrons in subshells is the one with the greatest number of parallel spins.



Ηλεκτρονική διαμόρφωση

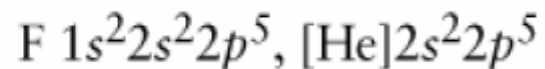
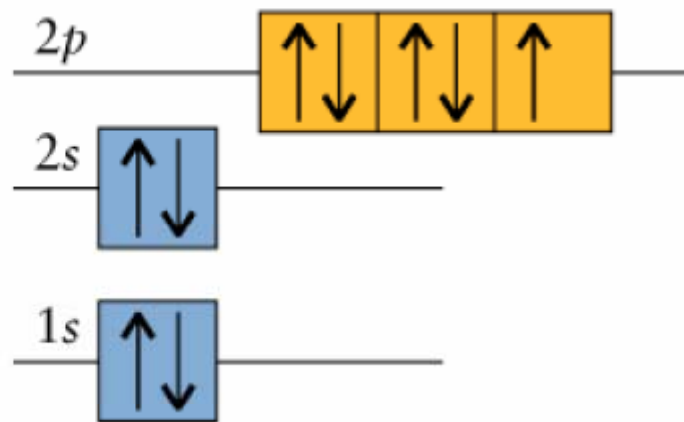
7



Το άτομο είναι παραμαγνητικό διότι περιέχει ασύζευκτα ηλεκτρόνια.

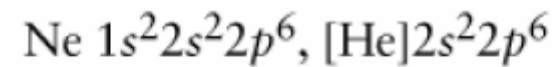
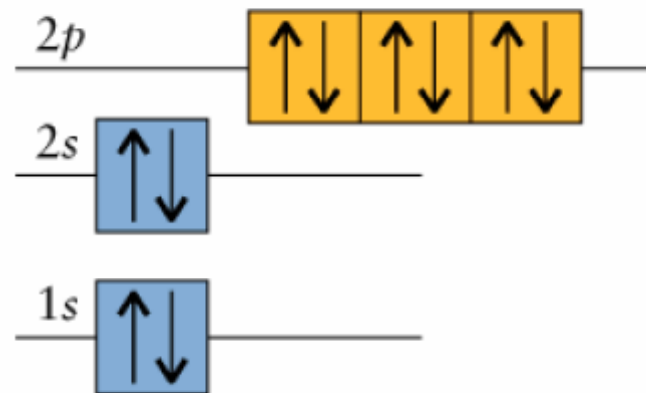
Ηλεκτρονική διαμόρφωση

8



Το άτομο είναι παραμαγνητικό διότι περιέχει ασύζευκτο ηλεκτρόνιο.

Ηλεκτρονική διαμόρφωση



Το άτομο είναι διαμαγνητικό.

Ηλεκτρονικές δομές της θεμελιώδους κατάστασης των ατόμων με $Z = 1$ έως 36

Z	Στοιχείο	Δομή	Z	Στοιχείο	Δομή
1	H	$1s^1$	19	K	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$
2	He	$1s^2$	20	Ca	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$
3	Li	$1s^2 2s^1$	21	Sc	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$
4	Be	$1s^2 2s^2$	22	Ti	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$
5	B	$1s^2 2s^2 2p^1$	23	V	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$
6	C	$1s^2 2s^2 2p^2$	24	Cr	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$
7	N	$1s^2 2s^2 2p^3$	25	Mn	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$
8	O	$1s^2 2s^2 2p^4$	26	Fe	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$
9	F	$1s^2 2s^2 2p^5$	27	Co	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$
10	Ne	$1s^2 2s^2 2p^6$	28	Ni	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$
11	Na	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	29	Cu	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$
12	Mg	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$	30	Zn	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$
13	Al	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$	31	Ga	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^1$
14	Si	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$	32	Ge	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^2$
15	P	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$	33	As	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$
16	S	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$	34	Se	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^4$
17	Cl	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$	35	Br	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$
18	Ar	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$	36	Kr	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$

