



Χημεία 1^{ου} Εξαμήνου Σχολή Μεταλλειολόγων – Μεταλλουργών Μηχανικών

Ακαδημαϊκό Έτος 2025-26

Διάλεξη 2 – Κβαντική θεωρία & Ατομική Δομή

Κάθε ουσία που δεν μπορεί να διασπαστεί σε απλούστερες ουσίες ονομάζεται **στοιχείο (element)**.

Μια ουσία που μπορεί να διασπαστεί σε δύο ή περισσότερα στοιχεία ονομάζεται **ένωση (compound)**.

Τα στοιχεία μπορούν να χωριστούν σε δύο ευρείες κατηγορίες: **μέταλλα (metals)** και **αμέταλλα (non-metals)**. Περίπου τα 3/4 των στοιχείων είναι μέταλλα.

Τα αμέταλλα ποικίλλουν σημαντικά στην εμφάνισή τους. Πάνω από τα μισά είναι αέρια σε θερμοκρασία δωματίου. Τα υπόλοιπα είναι στερεά, εκτός από το βρώμιο, το οποίο είναι ένα κόκκινο-καφέ, διαβρωτικό υγρό.

Τα αμέταλλα είναι κακοί αγωγοί του ηλεκτρισμού, δεν είναι όλκιμα ή ελατά και δεν έχουν χαρακτηριστική λάμψη.

Τα **χημικά σύμβολα (chemical symbols)** είναι συντομογραφίες που χρησιμοποιούνται για να δηλώσουν τα στοιχεία. Συνήθως αποτελούνται από το πρώτο ή τα δύο γράμματα του ονόματος του στοιχείου.

Γνώσεις που κατέχετε ήδη

Σύνοψη των ιδεών που μας χρειάζονται από τη Χημεία του Λυκείου

Στοιχειακή σύνθεση της επιφάνειας της γης (φλοιός, ωκεανοί και ατμόσφαιρα)	
Element	Percent by mass
oxygen	49.1
silicon	26.1
aluminum	7.5
iron	4.7
calcium	3.4
sodium	2.6
potassium	2.4
magnesium	1.9
hydrogen	0.88
titanium	0.58
chlorine	0.19
carbon	0.09
all others	0.56

Κοινά μέταλλα και τα χημικά τους σύμβολα					
Element	Symbol	Element	Symbol		
aluminum	Al	mercury	Hg		
barium	Ba	nickel	Ni		
cadmium	Cd	platinum	Pt		
calcium	Ca	potassium	K		
chromium	Cr	silver	Ag		
cobalt	Co	sodium	Na		
copper	Cu	strontium	Sr		
gold	Au	tin	Sn		
iron	Fe	titanium	Ti		
lead	Pb	tungsten	W		
lithium	Li	uranium	U		
magnesium	Mg	zinc	Zn		
manganese	Mn				

Στοιχεία των οποίων το σύμβολο αντιστοιχεί στη λατινική ονομασία		
Element	Symbol	Latin name
antimony	Sb	stibnum
copper	Cu	cuprum
gold	Au	aurum
iron	Fe	ferrum
lead	Pb	plumbum
mercury	Hg	hydrargyrum
potassium	K	kalium
silver	Ag	argentum
sodium	Na	natrium
tin	Sn	stannum

Κοινά αμέταλλα και η εμφάνιση τους σε θερμοκρασία δωματίου

Element	Symbol*	Appearance	Element	Symbol*	Appearance
<i>Gases</i>			<i>Liquids</i>		
hydrogen	H ₂	colorless	bromine	Br ₂	red-brown
helium	He	colorless	<i>Solids</i>		
nitrogen	N ₂	colorless	carbon	C	black (in the form of coal or graphite)
oxygen	O ₂	colorless	phosphorus	P	pale yellow or red
fluorine	F ₂	pale yellow	sulfur	S	lemon yellow
neon	Ne	colorless	iodine	I ₂	violet-black
chlorine	Cl ₂	green-yellow			
argon	Ar	colorless			
krypton	Kr	colorless			
xenon	Xe	colorless			

- Σημειώστε ότι πολλά από τα σύμβολα των αμέταλλων στο διπλανό πίνακα έχουν δείκτη 2. Αυτός ο αριθμός υποδεικνύει ότι αυτά τα στοιχεία υπάρχουν στη φύση ως μονάδα που αποτελείται από δύο άτομα που είναι ενωμένα μεταξύ τους.
- Μια μονάδα που αποτελείται από δύο ή περισσότερα άτομα που είναι ενωμένα μεταξύ τους ονομάζεται μόριο (molecule). Ένα μόριο που αποτελείται από μόνο δύο άτομα ονομάζεται διατομικό μόριο (diatomic molecule).



hydrogen, H₂



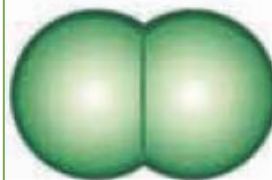
oxygen, O₂



nitrogen, N₂



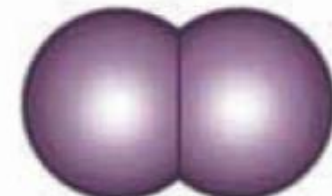
fluorine, F₂



chlorine, Cl₂



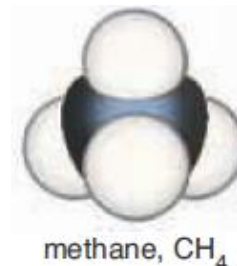
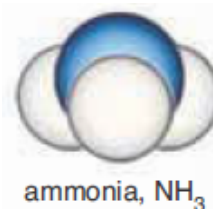
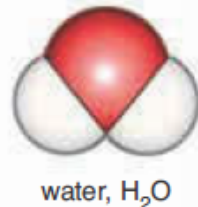
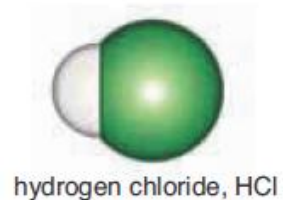
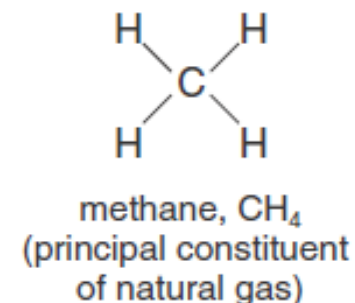
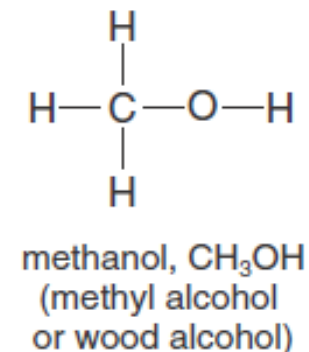
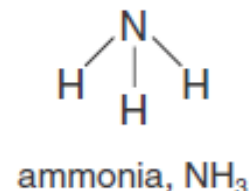
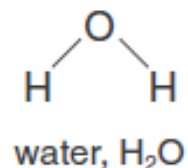
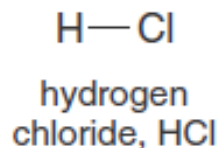
bromine, Br₂



iodine, I₂

- Φυσικά, στα μόρια των περισσότερων χημικών ενώσεων, τα άτομα δεν είναι μόνο δύο και δεν είναι ίδια μεταξύ τους.

Οι δομικοί (ή συντακτικοί) τύποι δείχνουν πως τα άτομα συνδέονται μεταξύ τους στα μόρια. Οι γραμμές αντιπροσωπεύουν δεσμούς μεταξύ συνδεδεμένων ατόμων.



Ο στερεοχημικός τύπος είναι μια τρισδιάστατη αναπαράσταση του μορίου η οποία δείχνει την ακριβή θέση του κάθε ατόμου μέσα στο μόριο. Τα άτομα αναπαρίστανται από σφαίρες και αν μεταξύ δύο ατόμων υπάρχει ομοιοπολικός δεσμός οι δύο σφαίρες μπορεί να επικαλύπτονται. Κάθε άτομο κωδικοποιείται με συγκεκριμένο χρώμα

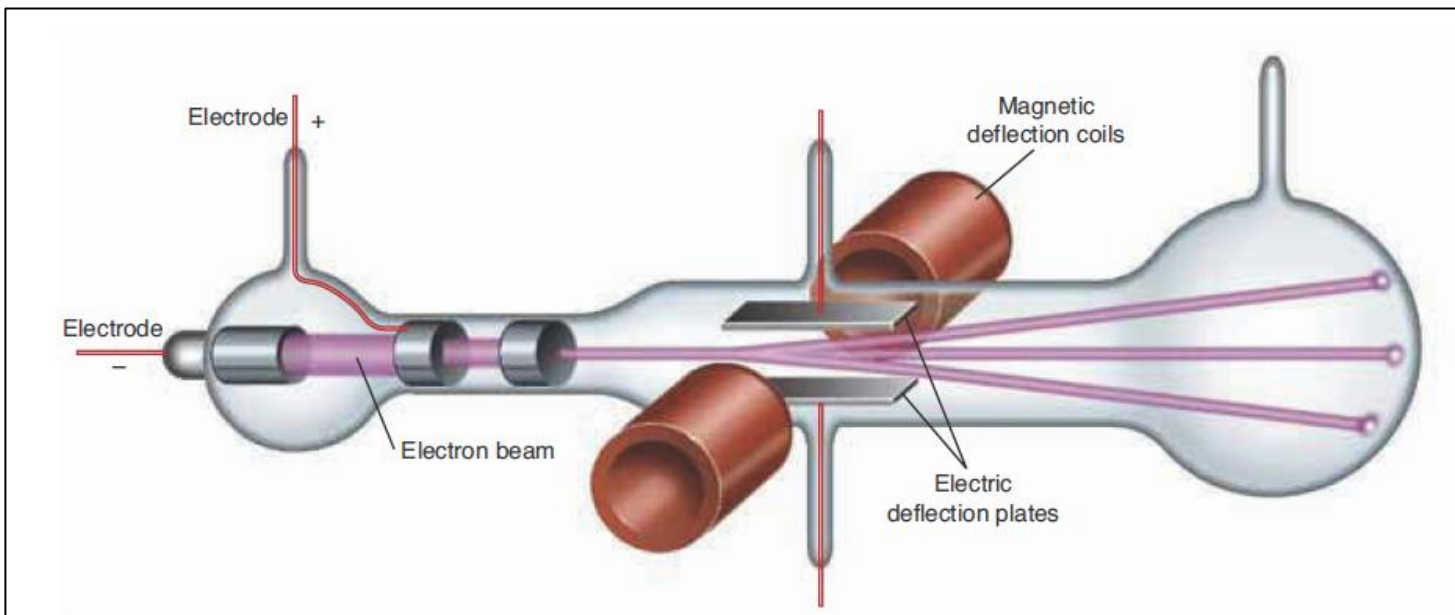
Δομή του Ατόμου – Τα πρώτα βήματα για την κατανόηση του Χημικού Κόσμου

Κεντρική Ιδέα No.1

Το μεγαλύτερο μέρος της μάζας ενός ατόμου
συγκεντρώνεται στον πυρήνα του

Ανακάλυψη του Ηλεκτρονίου

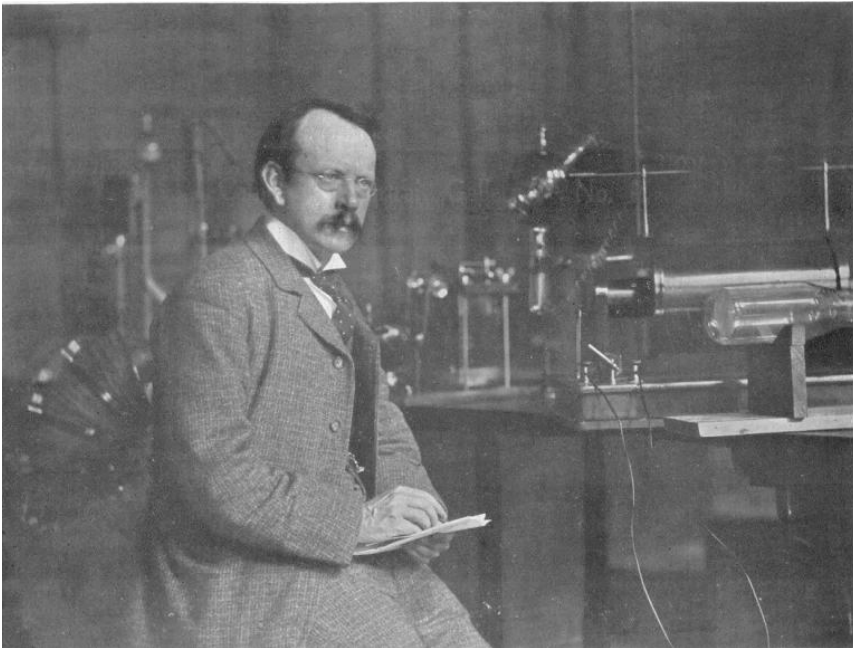
- Προς το τέλος του 19^{ου} αιώνα νέα πειράματα έδειξαν ότι το άτομο αποτελείται από ακόμη μικρότερα υποατομικά σωματίδια (**sub-atomic particles**).
- Η αρχή έγινε με τα πειράματα του Sir Joseph John Thompson (1856–1940) που οδήγησαν στην ανακάλυψη του ηλεκτρονίου (e^-).



- Το **αίνιγμα των καθοδικών ακτινών φωτός**: αέριο σφραγισμένο μέσα σε δοχείο με υποπίεση, ηλεκτρίζεται με εφαρμογή διαφοράς δυναμικού ανάμεσα σε δύο ηλεκτρόδια.
- Οι επιστήμονες γνώριζαν ότι αυτές οι ακτίνες δεν προκαλούνται από άτομα ή βαρύτερα σωματίδια επειδή η μάζα των δύο πλακών στη συσκευή παρέμενε σταθερή. Τι είναι λοιπόν;

Ανακάλυψη του ηλεκτρονίου

- Ο J.J. Thomson κατάφερε να δείξει ότι οι καθοδικές ακτίνες είναι ένα ρεύμα αρνητικά φορτισμένων σωματιδίων που δεν ήταν όμως άτομα, αφού ο λόγος φορτίου προς μάζα (q/m) που υπολόγισε ήταν 1000 φορές μικρότερη από τον λόγο για τα ιόντα υδρογόνου που ήταν γνωστός ήδη από πειράματα.



«Η ηλεκτρίση συνεπάγεται ουσιαστικά τη ρήξη του ατόμου, κατά την οποία ένα μέρος της μάζας του ελευθερώνεται και αποσπάται από αυτό»

J.J. Thomson photographed for the Supplement to the 'Gownsman', 21 October 1909, <https://trinitycollegelibrarycambridge.wordpress.com/2020/08/19/j-j-thomson-remembered/>

Ανακάλυψη του ηλεκτρονίου

1. Η σημερινή αποδεκτή τιμή του e/m είναι 1.758803×10^{11} C/kg. Η τιμή που βρήκε ο Thompson ήταν 1.0×10^{11} C/kg ενώ, την ίδια εποχή, πειράματα ηλεκτρόλυσης ιόντων υδρογόνου είχαν δώσει τιμή q/m για το υδρογόνο περίπου 10^8 C/kg.

Ο Thompson είχε μόλις ανακαλύψει ένα σωματίδιο με μάζα 1000 φορές μικρότερη από τη μάζα του μικρότερου ατόμου.

2. Στις παρατηρήσεις του ο Thompson σημείωνε ότι ο λόγος e/m ήταν ανεξάρτητος από το αέριο του εκκένωσης και το μέταλλο της καθόδου.

Με βάση αυτό, ο Thompson κατέληξε στο συμπέρασμα ότι τα σωματίδια του είναι κοινά συστατικά όλης της ύλης.

Ανακάλυψη του ηλεκτρονίου

3. Σε αντίθεση με την σημερινή καθολική αποδοχή του ηλεκτρονίου, εκείνη την περίοδο οι επιστημονικοί κύκλοι αντέδρασαν ισχυρά στα ευρήματα. Η ανακάλυψη του Thompson απαιτούσε την εγκατάλειψη της καθιερωμένης έννοιας του ατόμου ως αδιαίρετης οντότητας και προκάλεσε συγκλονιστικές εξελίξεις στη συνέχεια: το πυρηνικό μοντέλο του Rutherford (1911) και μέσα σε 4 χρόνια μετά από αυτό την πρώτη ικανοποιητική θεωρία για την εκπομπή φωτός από ατομικά συστήματα, το μοντέλο του Bohr για το άτομο.

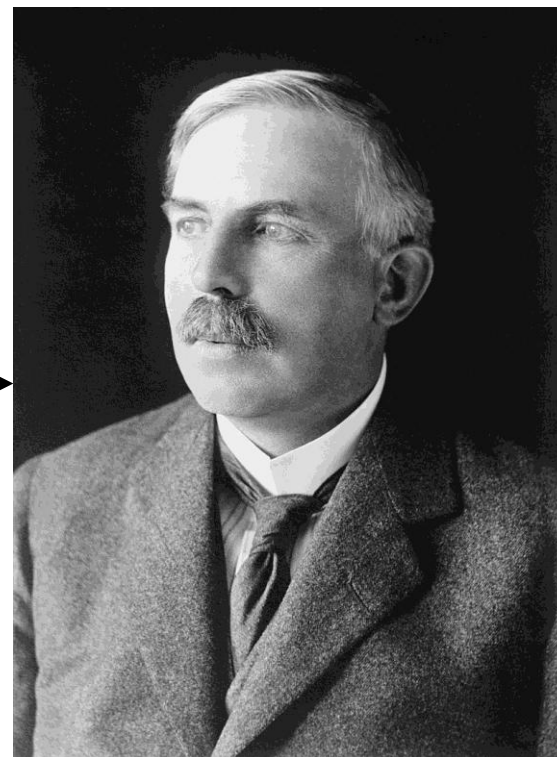
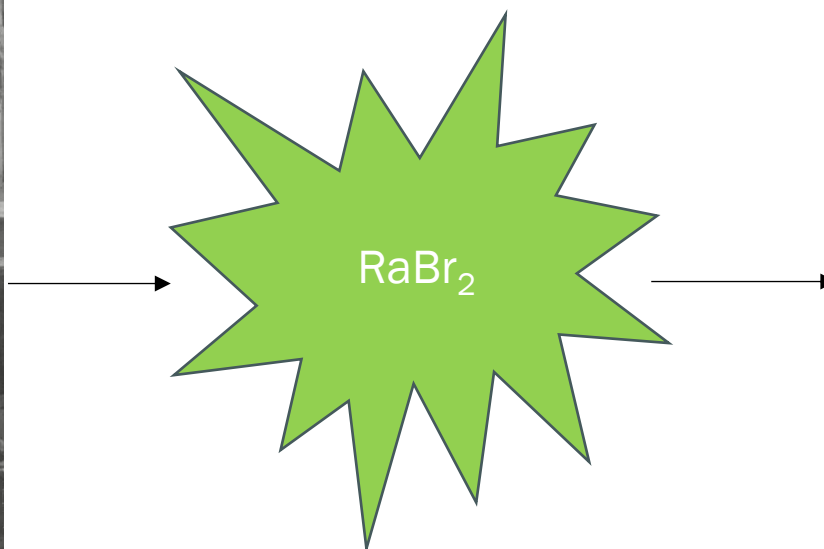
Ανακάλυψη της ραδιενέργειας

- Το 1896 ο Antoine-Henri Becquerel ανακαλύπτει τη **ραδιενέργεια (radioactivity)**, τη διεργασία κατά την οποία συγκεκριμένα άτομα αποδομούνται μόνα τους. Την ίδια χρονιά απομονώθηκαν τα πρώτα ραδιενεργά στοιχεία, Πολώνιο και Ράδιο από τους Pierre και Marie Curie.
- Στις αρχές του 1900 ο Ernest Rutherford προσδιόρισε ότι η «ακτινοβολία» που εκπέμπεται από τις ραδιενεργές ουσίες είναι 3 ειδών.

	Σωματίδια Άλφα (Alpha Particles)	Σωματίδια Βήτα (Beta Particles)	Ακτίνες Γάμμα (Gamma Rays)
Συμβολισμός	$\alpha, {}^4_2\text{He}$	$\beta, {}^0_{-1}\text{e}$	γ
Ταυτότητα	Πυρήνας Ηλίου	Ηλεκτρόνιο	H/M ακτινοβολία
Φορτίο	2+	1-	-
Διεισδυτική ισχύς	Ελάχιστη (πχ. δε διαπερνά το δέρμα)	Μικρή (διαπερνά το δέρμα και κάποιους ιστούς)	Μεγάλη (διαπερνά τους ιστούς σε μεγάλο βάθος)

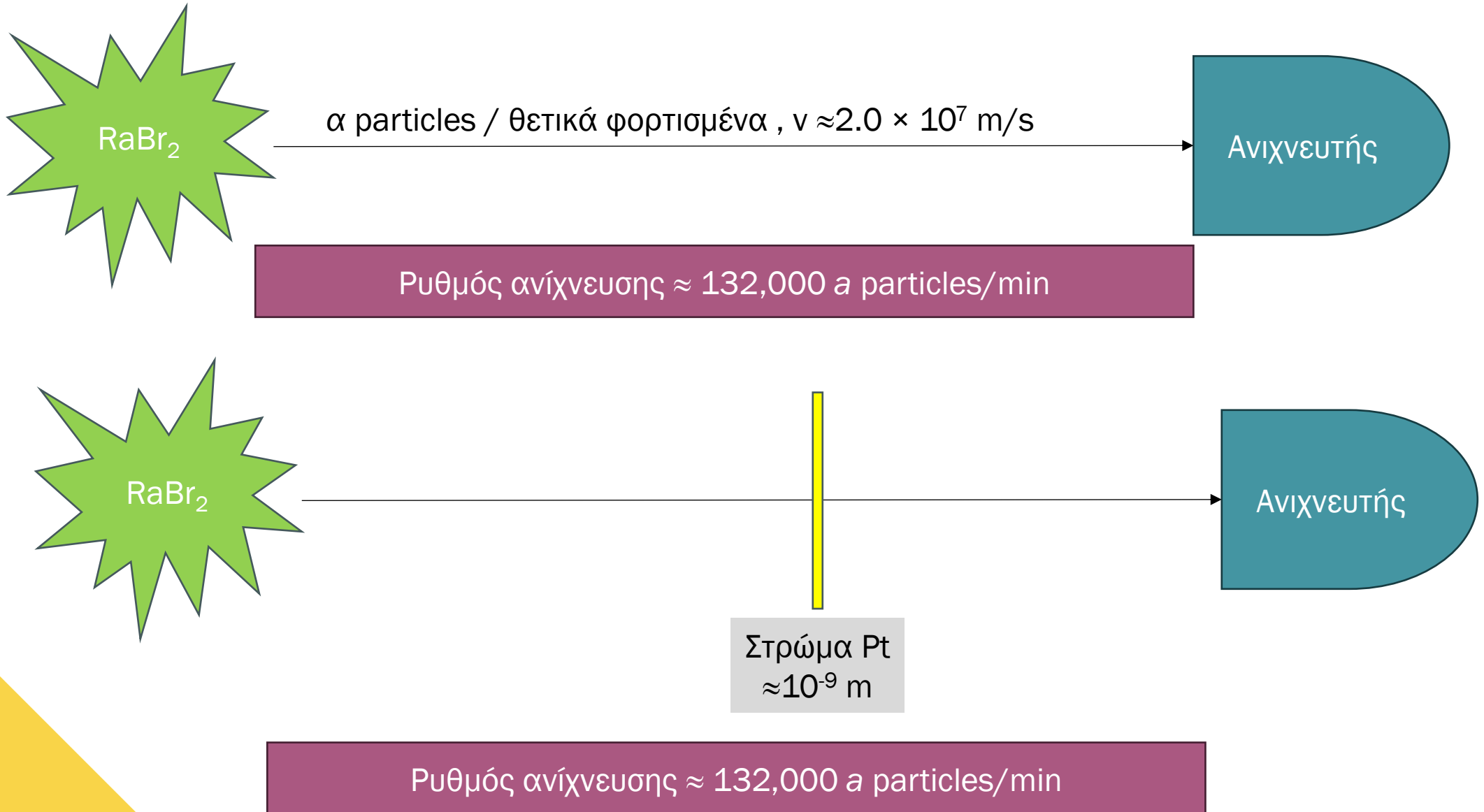


Marie Curie
(7 November 1867 – 4 July 1934)

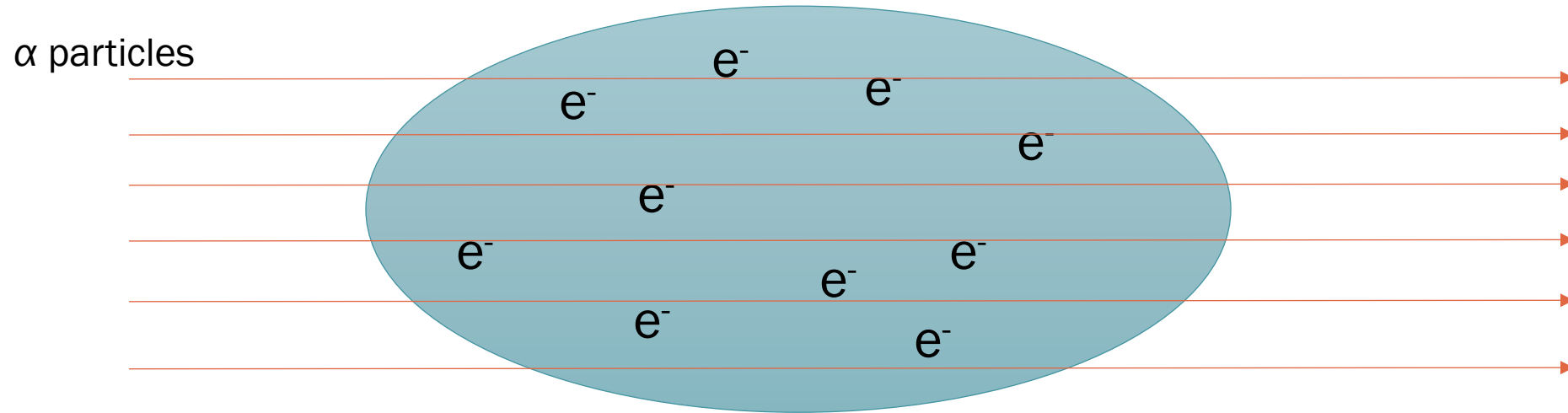


Ernest Rutherford
(30 August 1871 – 19 October 1937)

Το Πείραμα Rutherford, Geiger & Marsden (1908)

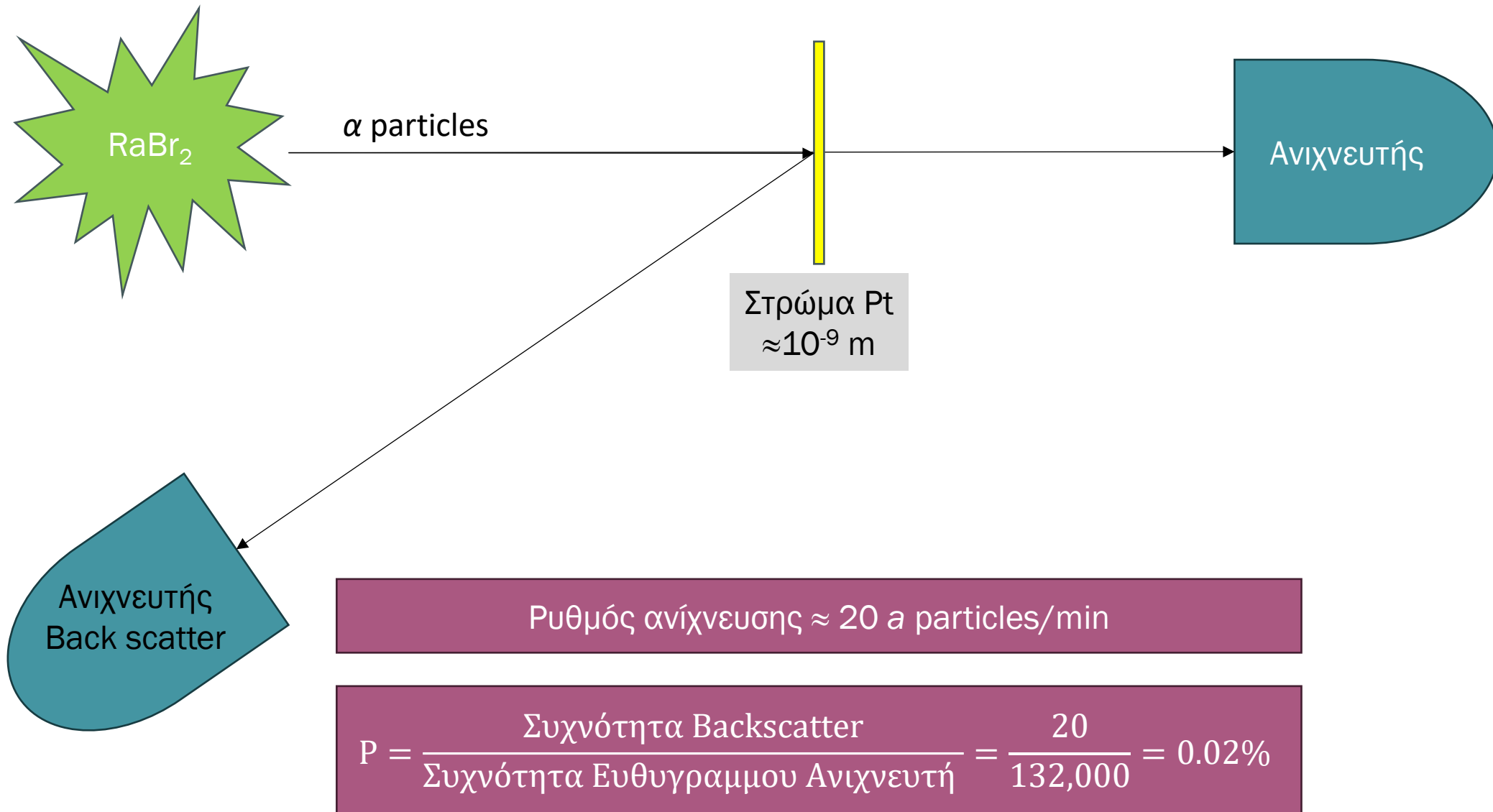


Το Πείραμα Rutherford, Geiger & Marsden (1908)

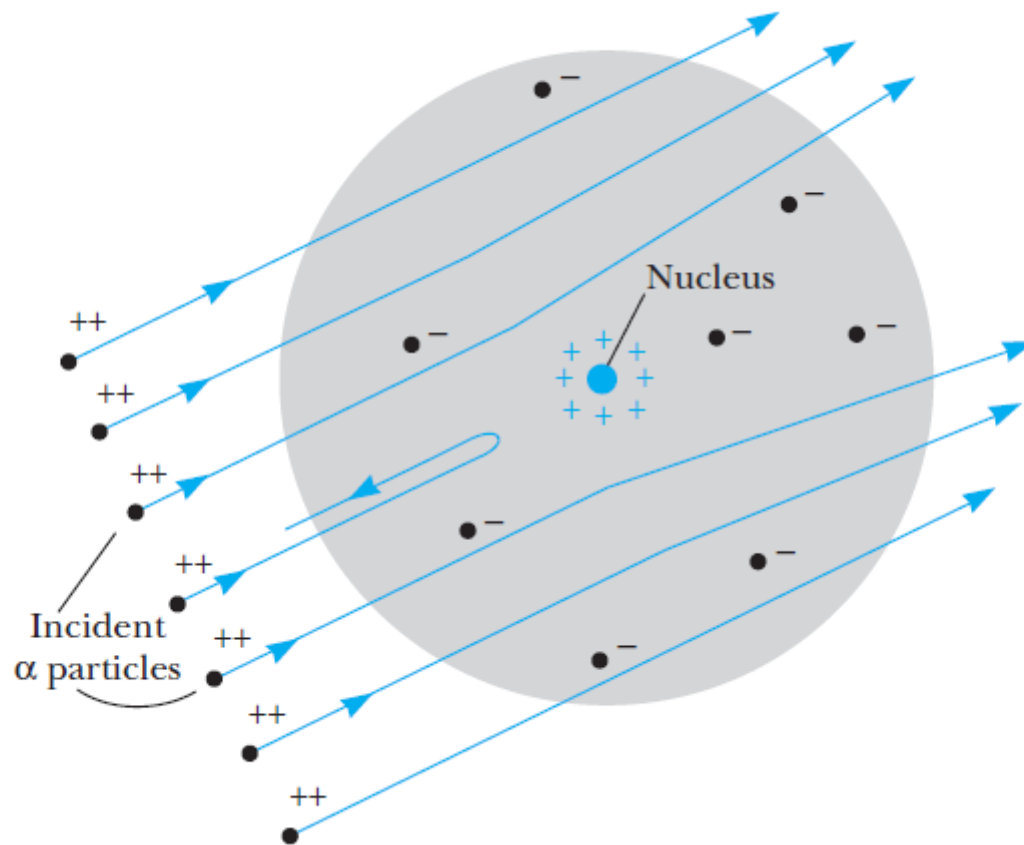


- Δεδομένου ότι η συντριπτική πλειονότητα των σωματιδίων α διέρχεται από το φύλλο Pt χωρίς σκέδαση, τα άτομα Pt αποτελούνται ως επί το πλείστον από κενό χώρο.

Το Πείραμα Rutherford, Geiger & Marsden (1908)



Το Πείραμα Rutherford, Geiger & Marsden (1908)



Το Πείραμα Rutherford, Geiger & Marsden (1908)

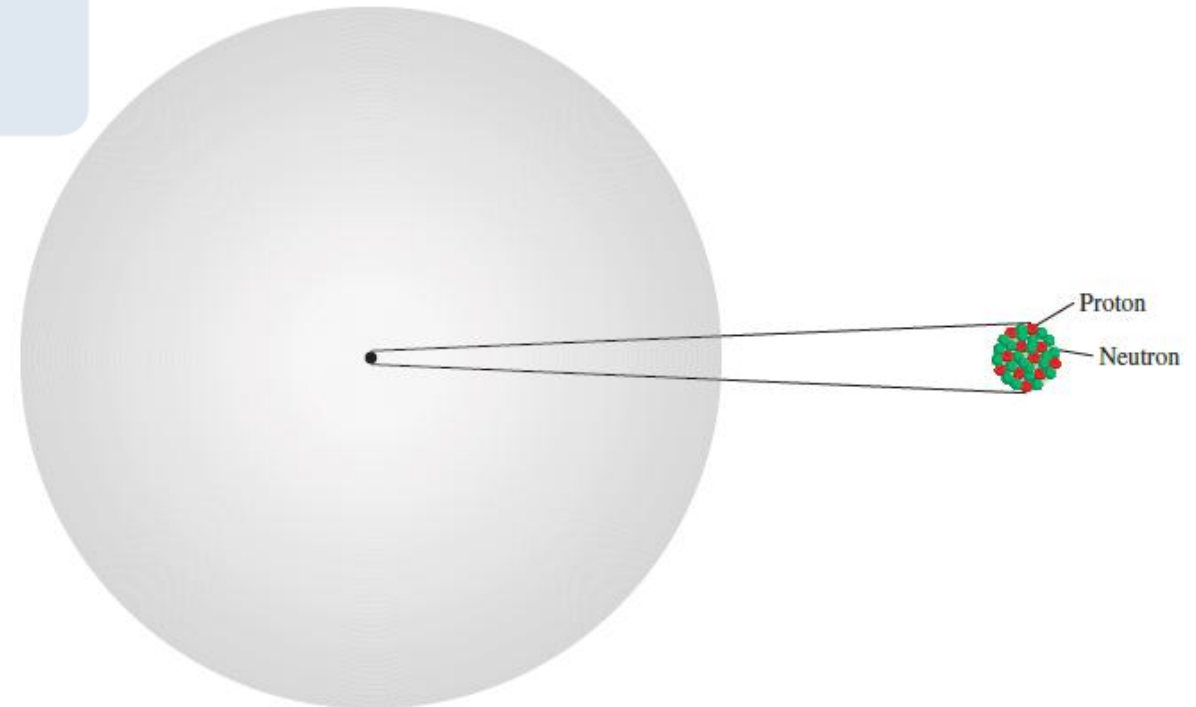
- Η συνολική επιτυχία του ατομικού μοντέλου του Rutherford ήταν εντυπωσιακή. Ο Rutherford και οι σπουδαστές του απέδειξαν ότι το μοντέλο του ατόμου με έναν βαρύ πυρήνα διαμέτρου 10^{-14} m και ατομικό αριθμό ίσο περίπου με το ήμισυ του ατομικού βάρους συμφωνούσε σε όλες τις λεπτομέρειες με το πείραμα.
- Η σπουδαιότητα μιας ανακάλυψης είναι ανάλογη του αριθμού και της δυσκολίας των ερωτημάτων που ξεσηκώνει:
 1. Αν υπάρχουν μόνο Z θετικά φορτία στον πυρήνα, από τι απαρτίζεται το άλλο μισό του ατομικού βάρους;
 2. Πώς εξασφαλίζεται η συνεκτική δύναμη που συγκρατεί πολλά πρωτόνια περιορισμένα σε μια απίστευτα μικρή περιοχή;
 3. Πώς κινούνται τα ηλεκτρόνια γύρω από τον πυρήνα και πως αυτή η κίνηση τους εξηγεί τις παρατηρούμενες φασματικές γραμμές;

Συνέπειες του πυρηνικού μοντέλου

1. Αν υπάρχουν μόνο Z θετικά φορτία στον πυρήνα, από τι απαρτίζεται το άλλο μισό του ατομικού βάρους;

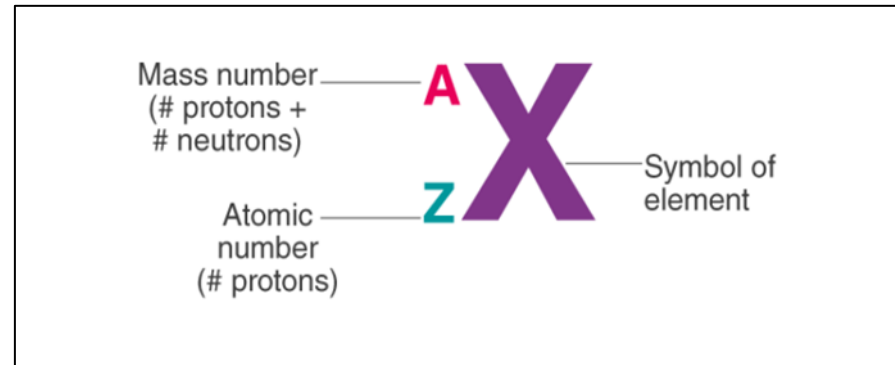
Οι επιστήμονες υπέθεσαν τη δεκαετία του 1920, και το 1932 επαληθεύτηκε πειραματικά, ότι υπάρχει ένας άλλος τύπος σωματιδίου στον πυρήνα. Αυτό το σωματίδιο έχει ελαφρώς μεγαλύτερη μάζα από ένα πρωτόνιο και ονομάζεται νετρόνιο επειδή είναι ηλεκτρικά ουδέτερο.

Particle	Mass (g)	Charge	
		Coulomb	Charge Unit
Electron*	9.10938×10^{-28}	-1.6022×10^{-19}	-1
Proton	1.67262×10^{-24}	$+1.6022 \times 10^{-19}$	+1
Neutron	1.67493×10^{-24}	0	0

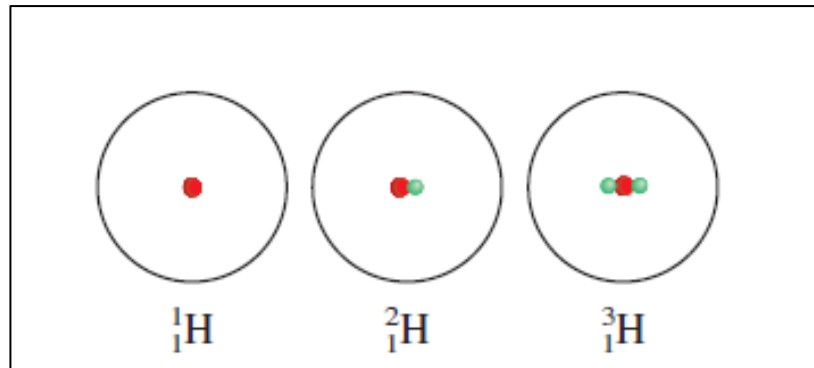


Ατομικός & Μαζικός Αριθμός - Ισότοπα

- Ο αριθμός των πρωτονίων που υπάρχουν στον πυρήνα ενός ατόμου ονομάζεται **Ατομικός Αριθμός (Z) (atomic number)**. **Μαζικός αριθμός (A) (mass number)**, είναι το άθροισμα των πρωτονίων και των νετρονίων στον πυρήνα ενός ατόμου.



- Τα άτομα ενός στοιχείου έχουν πάντα τον ίδιο ατομικό αριθμό αλλά μπορούν αν έχουν διαφορετικό μαζικό αριθμό. Τα άτομα του ίδιου στοιχείου που έχουν διαφορετικό μαζικό αριθμό ονομάζονται **ισότοπα (isotopes)**. Η ύπαρξη ισοτόπων οφείλεται σε διαφορετικό αριθμό νετρονίων που υπάρχουν στον πυρήνα. **Τα περισσότερα στοιχεία εμφανίζονται στη φύση ως μείγματα ισοτόπων.**



Ιόντα ατόμων

- Ένα άτομο ή μόριο που κερδίζει ή χάνει ένα ή περισσότερα ηλεκτρόνια φορτίζεται και ονομάζεται **ιόν (ion)**. Τα θετικά φορτισμένα ιόντα ονομάζονται **κατιόντα (cations)** και τα αρνητικά φορτισμένα ιόντα ονομάζονται **ανιόντα (anions)**.
- Ένα άτομο που έχει χάσει ένα ηλεκτρόνιο έχει καθαρό φορτίο +1, ένα άτομο που έχει χάσει δύο ηλεκτρόνια έχει φορτίο +2, ένα άτομο που έχει κερδίσει ένα ηλεκτρόνιο έχει φορτίο -1 και ούτω καθεξής.
- Συμβολίζουμε ένα ιόν με το χημικό σύμβολο του στοιχείου με δεξιό εκθέτη για να υποδείξουμε το φορτίο του:

K^+	Μονοσθενές ιόν κάλλιου	Κατιόν κάλλιου
Mg^{2+}	Δισθενές ιόν μαγνησίου	Κατιόν Μαγνησίου
Cl^-	Μονοσθενές ιόν χλωρίου	Ανιόν Χλωρίου
S^{2-}	Δισθενές ιόν θείου	Ανιόν θείου

Περιοδικότητα των Στοιχείων



Κεντρική Ιδέα No.2

Η χημική δραστικότητα των στοιχείων εμφανίζει ένα περιοδικό μοτίβο όταν αυτά παρατίθενται κατά σειρά αύξοντος ατομικού αριθμού

Περιοδικότητα στη συμπεριφορά των στοιχείων

- Το 1869, ένας πίνακας ταξινόμησης των γνωστών τότε στοιχείων που παρουσίασε ο Ρώσος χημικός Dmitri Mendeleev άρχισε να κερδίζει αποδοχή και σταδιακά εξελίχθηκε στον σύγχρονο περιοδικό πίνακα.
- Ο Mendeleev ταξινόμησε τα στοιχεία κατά σειρά αυξανόμενης ατομικής μάζας και μπόρεσε να δείξει ότι οι χημικές ιδιότητες των στοιχείων παρουσιάζουν επαναλαμβανόμενα μοτίβα στη συμπεριφορά.

Ατομική μάζα	Στοιχείο	Σύμβολο	Ιδιότητες	Τύπος Στοιχείου	Τύπος αλογονούχας ένωσης
6.9	lithium	Li	Πολύ δραστικό μέταλλο	Li	LiX
9.0	beryllium	Be	Δραστικό μέταλλο	Be	BeX ₂
10.8	boron	B	Ημιμέταλλο	B	BX ₃
12.0	carbon	C	Μη μεταλλικό στερεό	C	CX ₄
14.0	nitrogen	N	Αμέταλλο διατομικό αέριο	N ₂	NX ₃
16.0	oxygen	O	Αμέταλλο, σχετικά δραστικό διατομικό αέριο	O ₂	OX ₂
19.0	fluorine	F	Πολύ δραστικό διατομικό αέριο	F ₂	FX
20.2	neon	Ne	Εξαιρετικά αδρανές μονατομικό αέριο	Ne	Καμιά
23.0	sodium	Na	Πολύ δραστικό μέταλλο	Na	NaX
24.3	magnesium	Mg	Δραστικό μέταλλο	Mg	MgX ₂
27.0	aluminum	Al	Μέταλλο	Al	AlX ₃
28.1	silicon	Si	Ημιμέταλλο	Si	SiX ₄
31.0	phosphorus	P	Αμέταλλο στερεό	P	PX ₃
32.1	sulfur	S	Αμέταλλο στερεό	S	SX ₂
35.5	chlorine	Cl	Πολύ δραστικό διατομικό αέριο	Cl ₂	ClX
39.9	argon	Ar	Εξαιρετικά αδρανές μονατομικό αέριο	Ar	Καμιά

Περιοδικότητα στη συμπεριφορά των στοιχείων

- Το 1869, ένας πίνακας ταξινόμησης των γνωστών τότε στοιχείων που παρουσίασε ο Ρώσος χημικός Dmitri Mendeleev άρχισε να κερδίζει αποδοχή και σταδιακά εξελίχθηκε στον σύγχρονο περιοδικό πίνακα.
- Ο Mendeleev ταξινόμησε τα στοιχεία κατά σειρά αυξανόμενης ατομικής μάζας και μπόρεσε να δείξει ότι οι χημικές ιδιότητες των στοιχείων παρουσιάζουν επαναλαμβανόμενα μοτίβα στη συμπεριφορά.
- Οι μεταβολές στις ιδιότητες των στοιχείων που αυξάνονται σε ατομικό αριθμό από Li σε Ne επαναλαμβάνονται στις ιδιότητες των στοιχείων από Na σε Ar. **Το επαναλαμβανόμενο μοτίβο (ή περιοδικότητα) γίνεται πιο σαφές αν διατάξουμε τα στοιχεία οριζόντια σε δύο περιόδους (periods).**

Περίοδος 1							
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
lithium	beryllium	boron	carbon	nitrogen	oxygen	fluorine	neon
Περίοδος 2							
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
sodium	magnesium	aluminum	silicon	phosphorus	sulfur	chlorine	argon

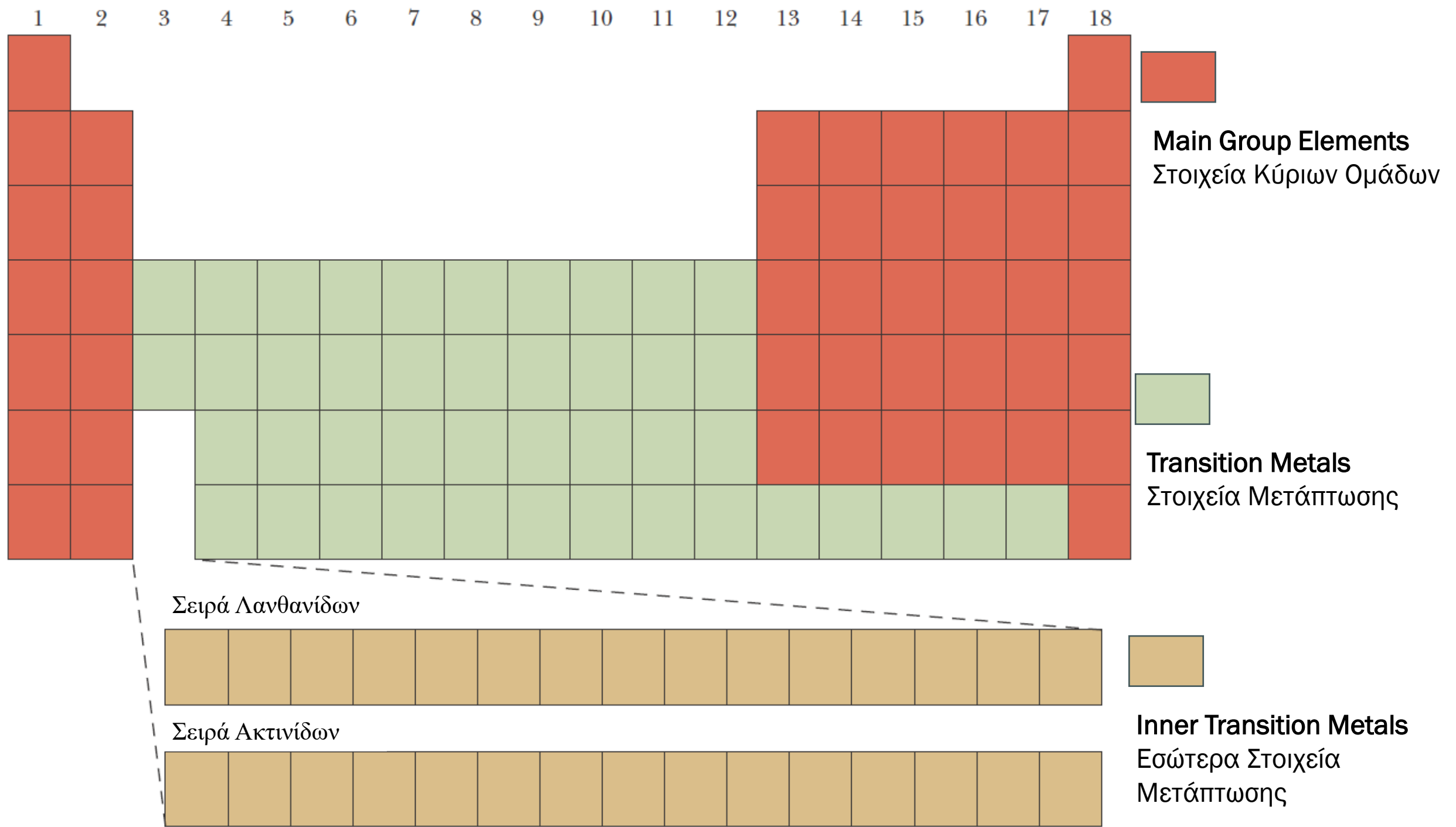
Αριθμός
Περιοδού

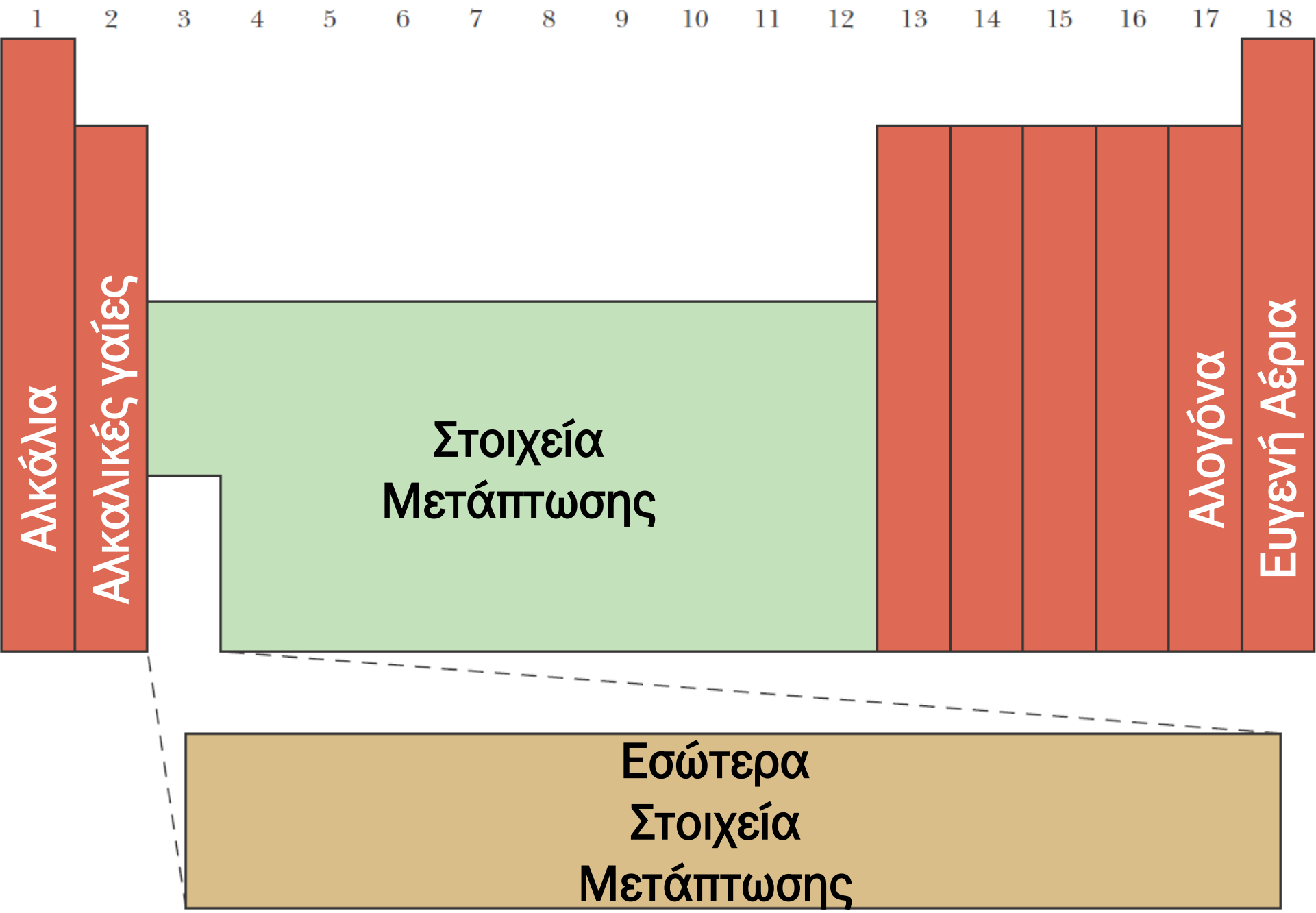
1	1 H	2
2	3 Li	4 Be
3	11 Na	12 Mg
4	19 K	20 Ca
5	37 Rb	38 Sr
6	55 Cs	56 Ba
7	87 Fr	88 Ra

- Στον σύγχρονο περιοδικό πίνακα, τα στοιχεία είναι **διατεταγμένα κατά σειρά αυξανόμενου ατομικού αριθμού** αντί για σειρά αυξανόμενης ατομικής μάζας. Με λίγες εξαιρέσεις, η σειρά είναι η ίδια και στις δύο περιπτώσεις. Η ιδέα του ατομικού αριθμού δεν αναπτύχθηκε μέχρι τις αρχές του 1900, περίπου 40 χρόνια μετά τη δημοσίευση του πρώτου περιοδικού πίνακα του Mendeleev.
- Τα στοιχεία που βρίσκονται στην ίδια στήλη στον Περιοδικό Πίνακα έχουν παρόμοιες χημικές ιδιότητες

Αριθμός Ομάδας →

3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
103 Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo





Οι ερωτήσεις που εκκρεμούν...

2. Πώς εξασφαλίζεται η συνεκτική δύναμη που συγκρατεί πολλά πρωτόνια & νετρόνια περιορισμένα σε μια απίστευτα μικρή περιοχή;

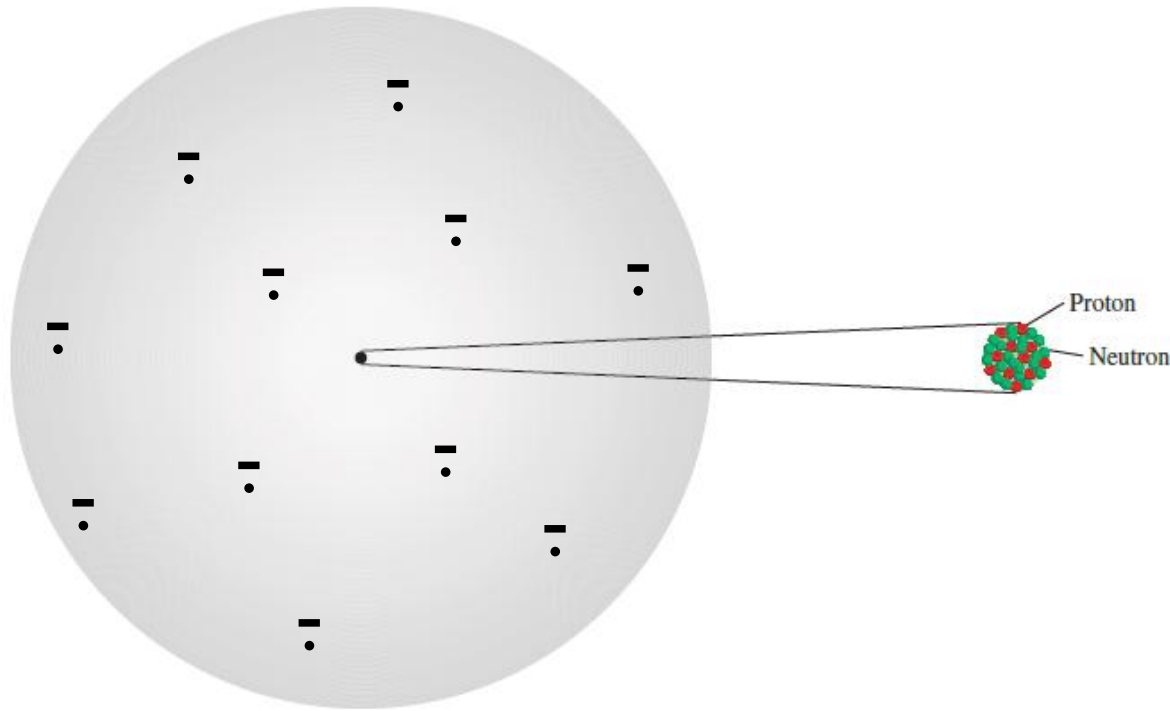
Η απάντηση σε αυτήν την ερώτηση γέννησε δύο νέους κλάδους της Φυσικής – την Φυσική των Στοιχειωδών Σωματιδίων και την Πυρηνική Φυσική.

3. Πώς κινούνται τα ηλεκτρόνια γύρω από τον πυρήνα και πως αυτή η κίνηση τους εξηγεί τις παρατηρούμενες φασματικές γραμμές;

Η απάντηση σε αυτήν την ερώτηση γέννησε την Κβαντική Φυσική και εξήγησε τους μηχανισμούς των Χημικών Φαινόμενων.

Ηλεκτρόνια, Φως & η Αρχή του Τέλους της Κλασικής Φυσικής

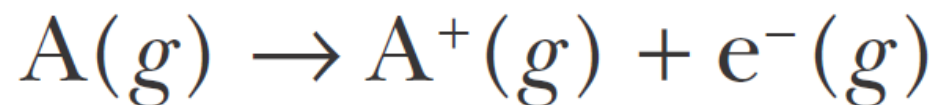
Μια θεωρία για την κατανομή των e^-



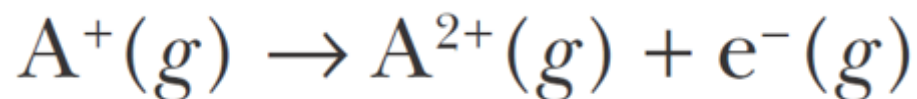
- Η εικόνα που έχουμε για ένα άτομο είναι ένας μικρός, ογκώδης κεντρικός πυρήνας που περιέχει όλο το θετικό φορτίο του ατόμου και ουσιαστικά όλη τη μάζα του, με ηλεκτρόνια κατανεμημένα γύρω από τον πυρήνα με κάποιο είδος διάχυτου τρόπου.
- Η Κβαντική θεωρία μπορεί να περιγράψει πώς κατανέμονται τα ηλεκτρόνια γύρω από τον πυρήνα.
- Όμως, πιο σημαντικό από την ίδια τη θεωρία είναι να κατανοήσουμε τη διανοητική διαδρομή που έπρεπε να διανύσουμε μέχρι να την ανακαλύψουμε.

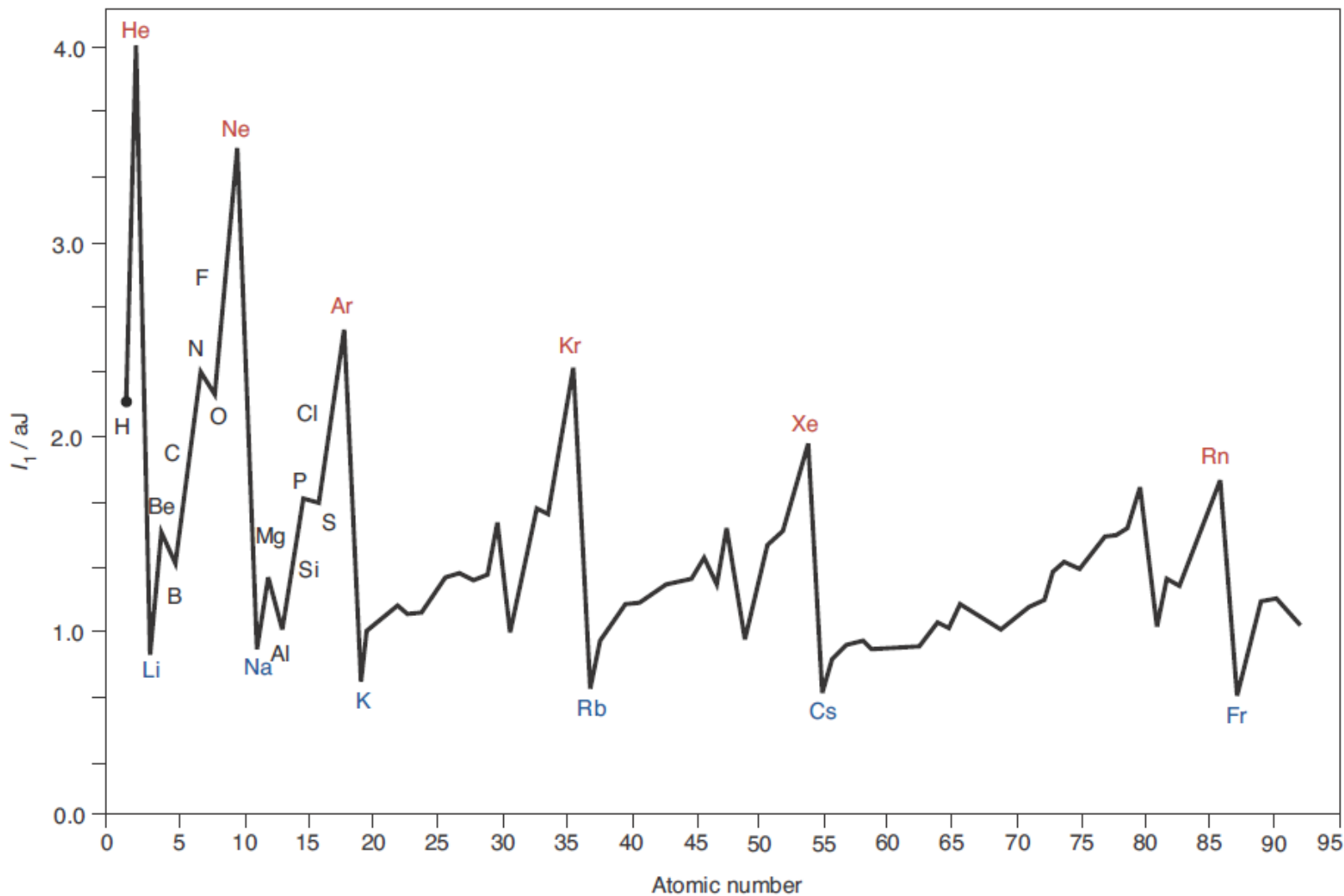
Μια ματιά στην κατανομή των ηλεκτρονίων με τη ενέργεια ιονισμού

- Ο περιοδικός πίνακας προσφέρει πολλές πληροφορίες για την ηλεκτρονική δομή ή τις ηλεκτρονικές διατάξεις των ατόμων.
- Μια άμεση ένδειξη της διάταξης των ηλεκτρονίων γύρω από έναν πυρήνα δίνεται από τις **ενέργειες ιονισμού (ionization energies)** του ατόμου ή του ιόντος. **Η ενέργεια ιονισμού ενός ατόμου ή ενός ιόντος είναι η ελάχιστη ενέργεια που απαιτείται για την πλήρη απομάκρυνση ενός ηλεκτρονίου από το αέριο άτομο ή ιόν.** Αυτή η ενέργεια μπορεί να προσδιοριστεί πειραματικά.
- Η πρώτη ενέργεια ιονισμού, I_1 , ενός ατόμου είναι η ελάχιστη ενέργεια που απαιτείται για την απομάκρυνση ενός ηλεκτρονίου από ένα ουδέτερο αέριο άτομο, A, για την παραγωγή ενός θετικά φορτισμένου αέριου ιόντος, A^+ , και ενός ηλεκτρονίου, e^- :



- Με ανάλογο τρόπο ορίζεται και η δεύτερη ενέργεια ιονισμού, I_2 , ενός ατόμου, κοκ:





- Η πρώτη ενέργεια ιονισμού συναρτῆσει του ατομικού αριθμού εμφανίζει περιοδικότητα.
- Τα Ευγενή Αέρια έχουν μεγάλη πρώτη ενέργεια ιονισμού – είναι πολύ δύσκολο να τους αφαιρέσεις ηλεκτρόνια. Τα Ευγενή Αέρια είναι σταθερότερα χημικά από τα στοιχεία πριν και μετά από αυτά!
- Τα αλκάλια έχουν πολύ χαμηλή πρώτη ενέργεια ιονισμού – είναι πολύ εύκολο να τους αφαιρέσεις το πρώτο ηλεκτρόνιο.
- Οι τιμές αμέσως μετά το ελάχιστο στα αλκάλια ανεβαίνουν σταδιακά μέχρι το επόμενο Ευγενές Αέριο.

Πρώτη ενέργεια ιονισμού (I_1) σε σχέση με τον ατομικό αριθμό

Ionization energy/aJ												
Z	Element	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I_7	I_8	I_9	I_{10}	I_{11}
1	H	2.18										
2	He	3.94	8.72									
3	Li	0.86	12.1	19.6								
4	Be	1.49	2.92	24.7	34.9							
5	B	1.33	4.04	6.08	41.5	54.5						
6	C	1.81	3.90	7.67	10.3	62.8	78.5					
7	N	2.32	4.75	7.60	12.4	15.7	88.4	107				
8	O	2.17	5.63	8.80	12.4	18.2	22.7	118	140			
9	F	2.78	5.60	10.0	14.0	18.3	25.2	29.7	153	177		
10	Ne	3.45	6.56	10.2	15.6	20.2	25.3	33.2	38.3	192	218	
11	Na	0.83	7.57	11.5	15.8	22.2	27.6	33.4	42.3	48.0	238	264

Διαδοχικές ενέργειες ιονισμού των στοιχείων από το υδρογόνο έως το νάτριο.

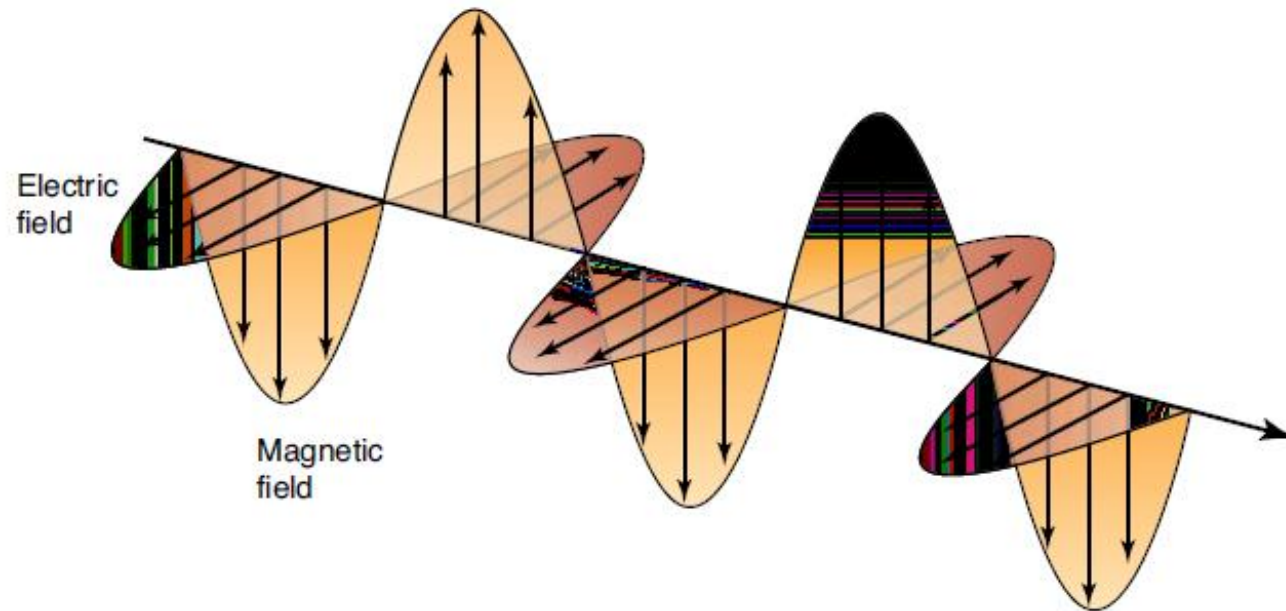
- Στα στοιχεία από το Li μέχρι το Ne φαίνεται καθαρά ότι υπάρχει ένα σύμπλεγμα δύο ατόμων που είναι πολύ δύσκολο να αφαιρεθούν.
- Στο Na που είναι το αμέσως επόμενο μετά το Ne, φαίνεται να υπάρχει ίδια συμπεριφορά όπως στο Li μετά το He. Η πρώτη ενέργεια ιονισμού είναι πολύ χαμηλή. Η διαφορά έγκειται στο ότι στο Na φαίνεται να ακολουθούν δύο διακριτά συμπλέγματα ατόμων:
 - τα 8 άτομα (όπως στο αμέσως προηγούμενο στοιχείο, το Ne)
 - τα 2 άτομα (όπως σε όλα τα προηγούμενα στοιχεία από το He και μετά)
- Οι ενέργειες ιονισμού δείχνουν ότι τα ηλεκτρόνια σχηματίζουν ομάδες ή αλλιώς **στοιβάδες (shells)** γύρω από τον πυρήνα!

Κεντρική Ιδέα No.3

Η κατανομή των ηλεκτρονίων στα άτομα των στοιχείων παρουσιάζει τη μορφή στοιβάδων ενέργειας. Η μετάβαση από τη μια στοιβάδα στην επόμενη συνδέεται με ένα άλμα στην ενέργεια που απαιτείται για να απομακρυνθούν τα ηλεκτρόνια της από την έλξη του πυρήνα.

Για να δούμε χρειαζόμαστε φως.

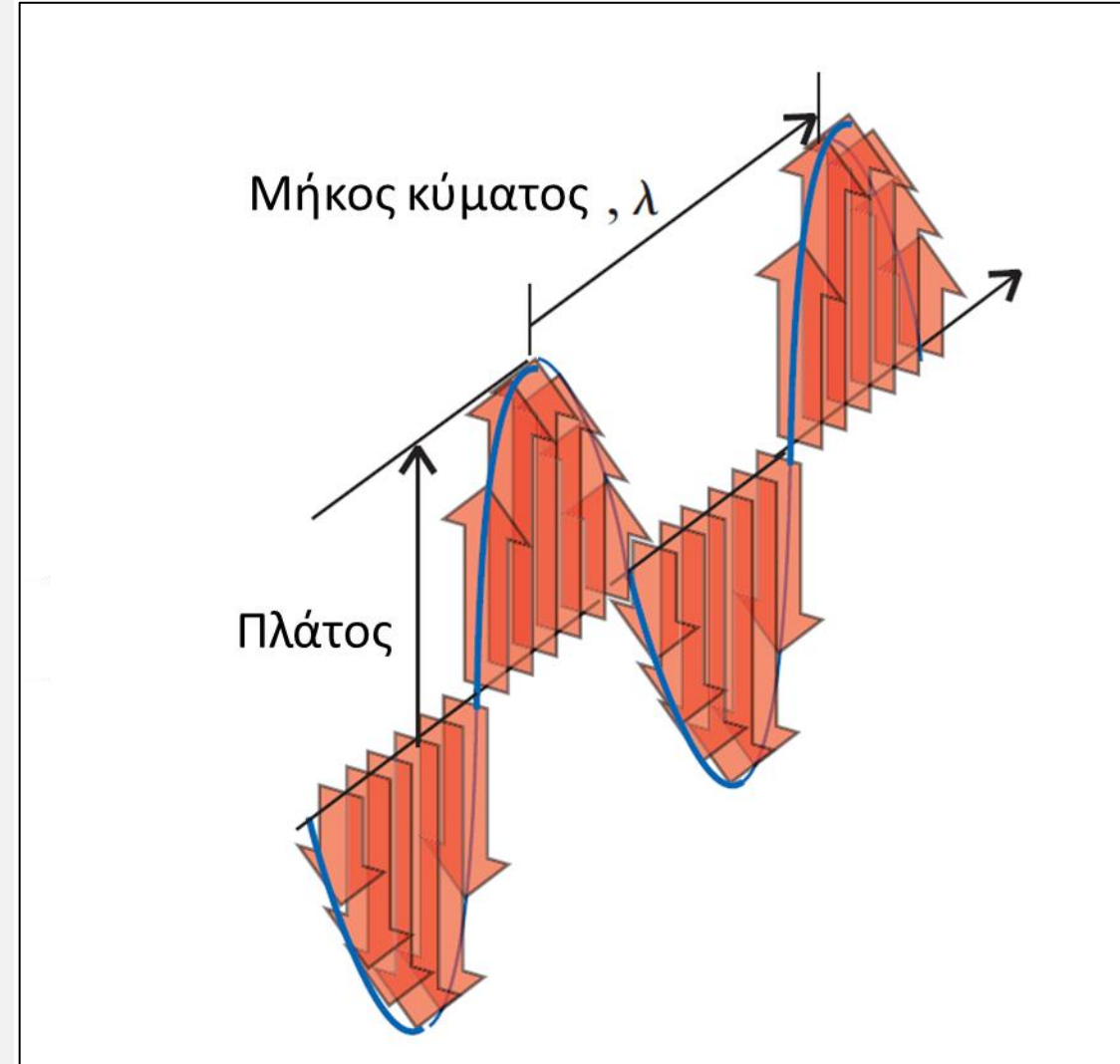
- Τη δεκαετία του 1860, ο Σκωτσέζος φυσικός James Clerk Maxwell ανέπτυξε την **ηλεκτρομαγνητική θεωρία της ακτινοβολίας (electromagnetic theory of radiation)**. Αυτή η θεωρία αναφέρει ότι όλες οι μορφές ακτινοβολίας (ή όλες οι μορφές του φωτός) διαδίδονται στο χώρο ως ταλαντευόμενα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία. Τα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία, τα οποία ταλαντώνονται μαζί αλλά σε ορθή γωνία μεταξύ τους, προκύπτουν από ταλαντευόμενα ηλεκτρικά φορτία σε ένα υλικό, όπως ένας κρύσταλλος χαλαζία σε έναν ραδιοπομπό ή ένα θερμό νήμα βολφραμίου σε μια λάμπα πυρακτώσεως.



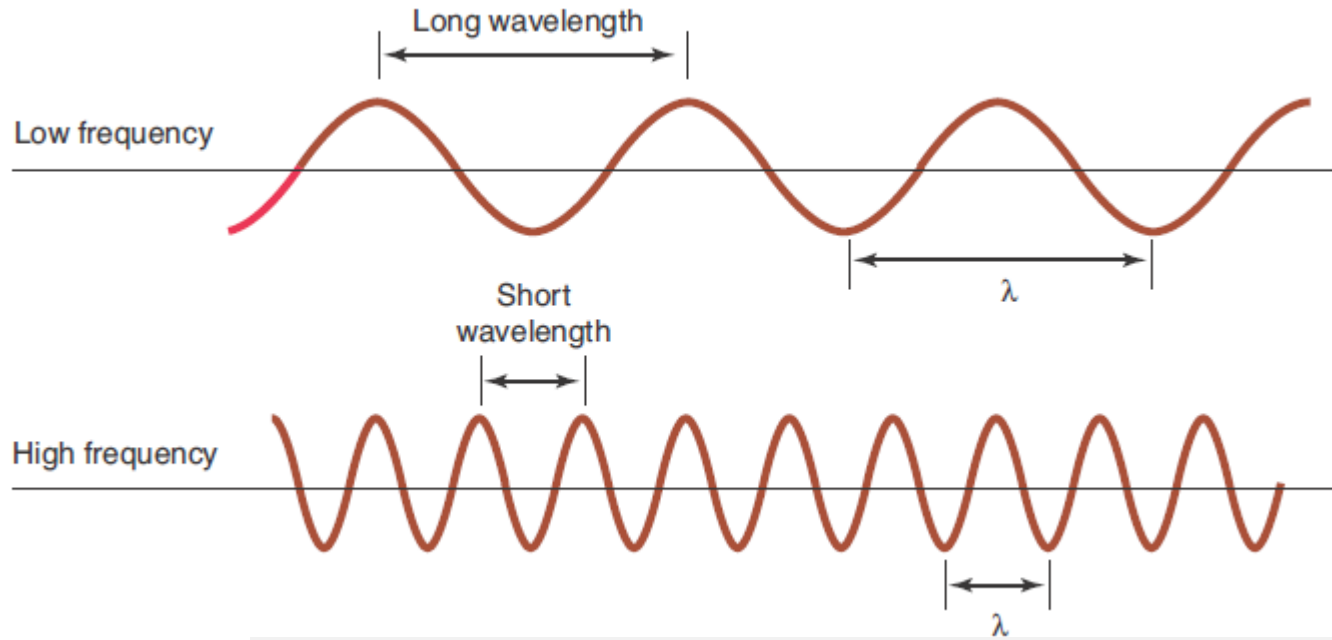
Φυσικά μεγέθη περιγραφής της ακτινοβολίας

- Πλάτος κύματος (amplitude, a) χαρακτηρίζεται η καθ' ύψος μέγιστη μετατόπιση ενός σημείου, από το σημείο ισορροπίας του κατά τη διέλευση ενός κύματος. Όπως είναι προφανές μπορεί να είναι θετική ή αρνητική η τιμή.
- Ένταση (intensity) κύματος ορίζεται η ποσότητα:
$$I = a^2$$
- Μήκος κύματος (wavelength, λ) χαρακτηρίζεται η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών κορυφών ή κοιλάδων ενός κύματος.
- Συχνότητα (frequency, ν) ενός κύματος, είναι ο αριθμός των επαναλήψεων του κύματος ανά μονάδα χρόνου. **M.M:**
 $\text{επαναλήψεις/sec} = \text{Hz} = \text{s}^{-1}$
- Περίοδος (period) του κύματος είναι ο χρόνος που απαιτείται για μια επανάληψη του κύματος.

$$\text{Period} = \frac{1}{\nu}$$



Φυσικά μεγέθη περιγραφής της ακτινοβολίας



$$\text{Ταχύτητα} = \frac{\text{Απόσταση που διανύθηκε}}{\text{Χρόνος που πέρασε}}$$

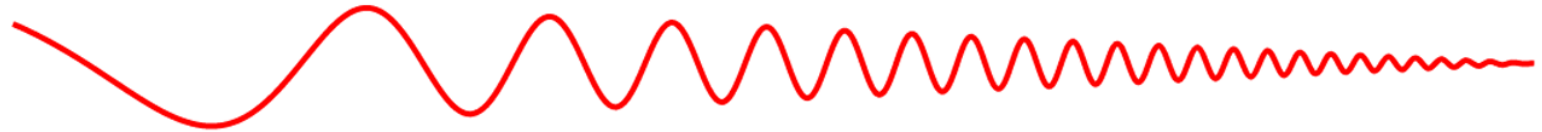
$$\text{Ταχύτητα} = \frac{\lambda}{\frac{1}{\nu}} = \lambda \nu \text{ (m/sec)}$$

Η ταχύτητα διάδοσης του φωτός (της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας) είναι σταθερή και ίση με:

$$c = \lambda \times \nu = 2.9979 \times 10^8 \text{ m/sec}$$

Το φάσμα της Η/Μ ακτινοβολίας

Penetrates Earth's
Atmosphere?



Radiation Type
Wavelength (m)

Radio

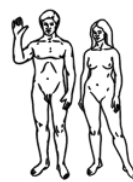
10^3



Buildings

Microwave

10^{-2}



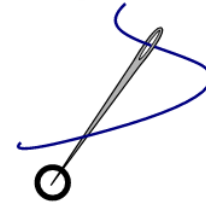
Humans

Infrared

10^{-5}



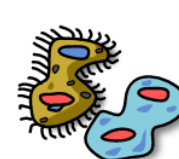
Butterflies



Needle Point

Visible

0.5×10^{-6}



Protozoans

Ultraviolet

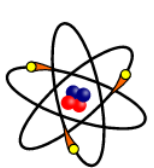
10^{-8}



Molecules

X-ray

10^{-10}



Atoms

Gamma ray

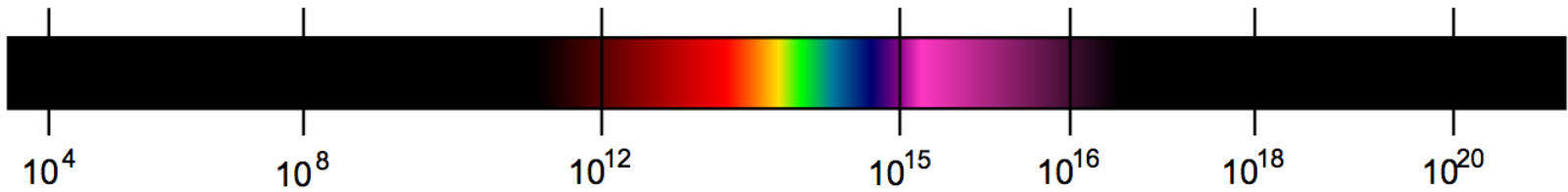
10^{-12}



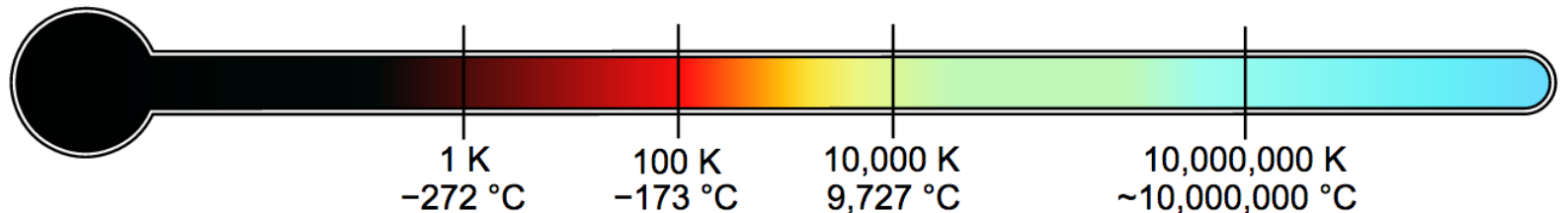
Atomic Nuclei

Approximate Scale
of Wavelength

Frequency (Hz)



Temperature of
objects at which
this radiation is the
most intense
wavelength emitted



- Οι διάφορες μορφές Η/Μ ακτινοβολίας διαφέρουν μόνο ως προς τη συχνότητα ή το μήκος κύματός τους.

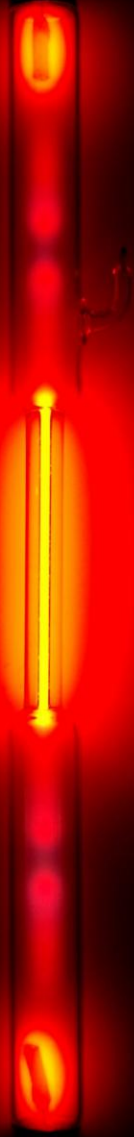
He

Ne

Ar

Kr

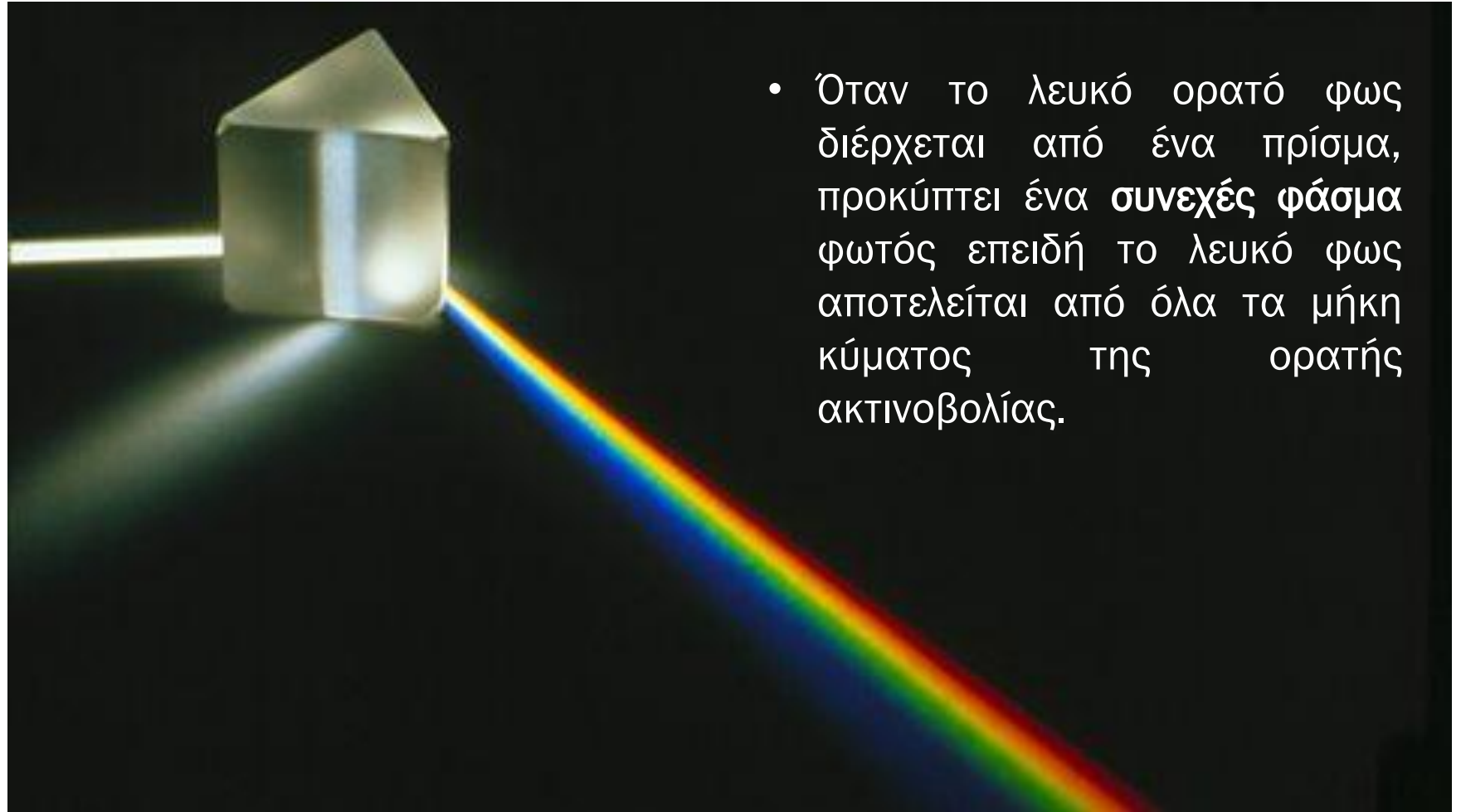
Xe



Ατομικά Φάσματα – Το αίνιγμα των γραμμών

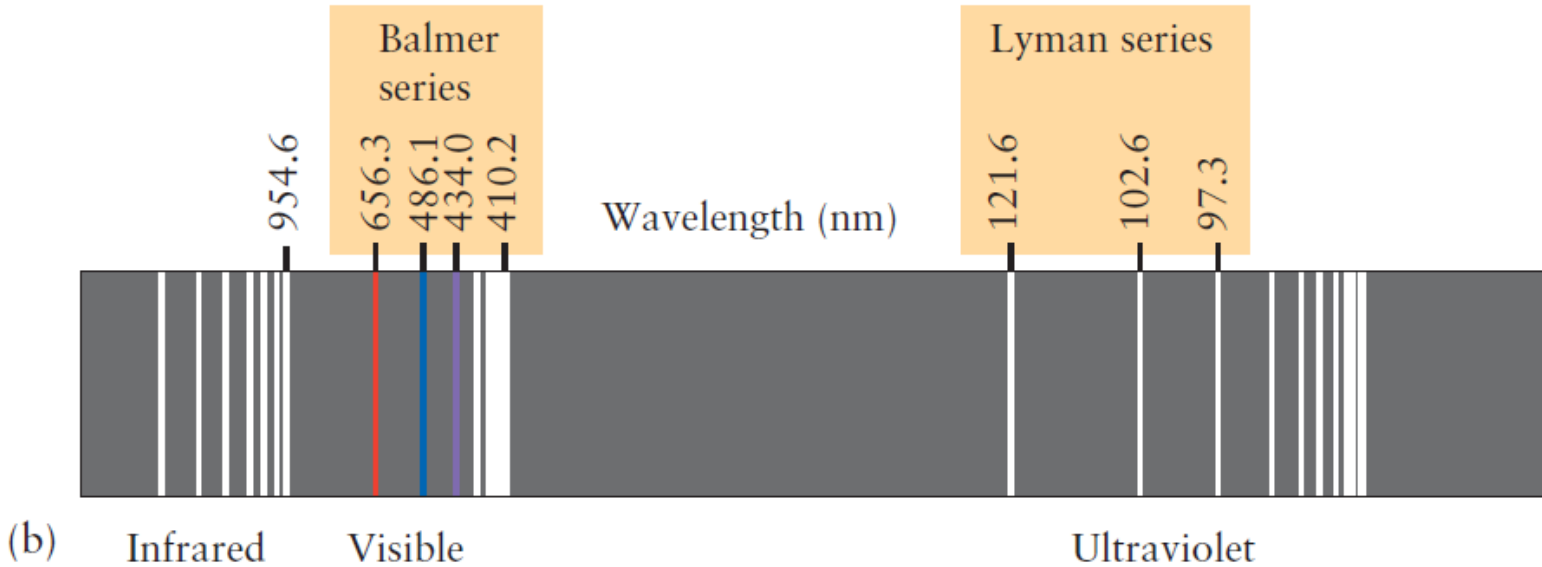
Ατομικά Φάσματα – Η πρώτη ασυνέχεια

- Οι φυσικοί, γνωρίζοντας ότι το φως αλληλοεπιδρά με την ύλη χρησιμοποίησαν επί δεκαετίες το φως για να μάθουν, έμμεσα, περισσότερα για τη δομή της ύλης. Ξεκίνησαν από την πιο απλή περίπτωση: το άτομο του Η.



- Όταν το λευκό ορατό φως διέρχεται από ένα πρίσμα, προκύπτει ένα **συνεχές φάσμα** φωτός επειδή το λευκό φως αποτελείται από όλα τα μήκη κύματος της ορατής ακτινοβολίας.

Ατομικά Φάσματα – Η πρώτη ασυνέχεια



- Ωστόσο, όταν το **φως που εκπέμπεται από διεγερμένα άτομα** Η διέρχεται από ένα πρίσμα, η ακτινοβολία βρίσκεται να **αποτελείται από έναν αριθμό διακριτών φασματικών γραμμών** (διακριτό φάσμα).
- Η φωτεινότερη γραμμή (στα 656 nm) είναι κόκκινη και τα διεγερμένα άτομα στο αέριο λάμπουν με αυτό το κόκκινο φως.
- Ο πρώτος που εντόπισε ένα μοτίβο στις φασματικές γραμμές της ορατής περιοχής του φάσματος του υδρογόνου ήταν ο Johann Balmer (1885).

Ατομικά Φάσματα – Η πρώτη ασυνέχεια

- Ο **Balmer** αντιλήφθηκε ότι τα μήκη κύματος όλων των γραμμών του ατομικού φάσματος του Υδρογόνου ακολουθούσαν τη γενική σχέση:

$$\lambda \propto \frac{n^2}{n^2 - 4}, n = 3, 4, \dots$$

- Λίγα χρόνια αργότερα ο σουηδός φυσικός Johannes **Rydberg** πρότεινε μια μορφή της έκφρασης που θα αποδεικνυόταν στο μέλλον πιο αποκαλυπτική:

$$\frac{1}{\lambda} \propto \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}, n = 3, 4, \dots$$

- Η παραπάνω έκφραση μπορούσε εύκολα να επεκταθεί για να περιλάβει και άλλες σειρές φασματικών γραμμών που θα ανακαλύπτονταν στο μέλλον, απλά αντικαθιστώντας το 2^2 με 3^2 , 4^2 κοκ. Η σύγχρονη μορφή της σχέσης δίνεται σε μορφή συχνότητας της ακτινοβολίας και είναι:

$$\nu = \mathcal{R} \left\{ \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right\}, n_1 = 1, 2, \dots, \quad n_2 = n_1 + 1, n_1 + 2, \dots$$

Η ερώτηση που έφερε την αρχή του τέλους της κλασικής Φυσικής:

Αν το φως έχει συνεχές φάσμα, τότε πώς μπορούν να
εξηγηθούν οι διακριτές φασματικές γραμμές στα
ατομικά φάσματα;



To be Continued...