



Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών

Χημεία

Ενότητα 1: Η δομή του ατόμου

Τόλης Ευάγγελος
e-mail: etolis@uowm.gr

Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών



Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ψηφιακά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



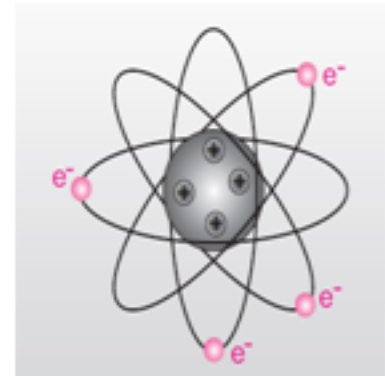
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Κεφάλαιο 1^ο

1

Η δομή του
ατόμου

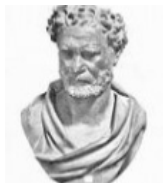


Η Δομή του Ατόμου (1/22)

Ερώτημα:

Από τι αποτελείται η ύλη;

Το 1^ο ερώτημα που απασχόλησε σε επιστημονική βάση τον άνθρωπο.



Δημόκριτος (460 - 370 π.Χ.)

Από τους μεγαλύτερους φιλόσοφους της αρχαίας Ελλάδας. Θεωρείται ο εμπνευστής της ατομικής θεωρίας, υποστηρίζοντας ότι η ύλη αποτελείται από άφθαρτα, αναλλοίωτα και αδιαίρετα σωματίδια, τα άτομα.

20 αιώνες μετά (το 1803) ο Άγγλος φυσικός Dalton διατύπωσε την **ατομική θεωρία**.



John Dalton (1766 - 1844)

Άγγλος Χημικός, γνωστός για τη συνεισφορά του στην ανάπτυξη της σύγχρονης ατομικής θεωρίας.



Η Δομή του Ατόμου (2/22)

Ατομική θεωρία:

την ατομική θεωρία ως άτομο θεωρείται ένα μικροσκοπικό σωματίδιο, το οποίο όμως διατηρεί τα αρχικά του χαρακτηριστικά (άφθαρτο και αναλλοίωτο) κατά το σχηματισμό των υλικών σωμάτων. Στοιχείο δε, σύμφωνα με την ατομική θεωρία είναι το υλικό σώμα που προέρχεται από συνένωση όμοιων ατόμων, ενώ ένωση είναι η μορφή της ύλης που απαρτίζεται από δύο ή περισσότερα στοιχεία ενωμένα μεταξύ τους με χημικό τρόπο (χημικός δεσμός) και σε σταθερή αναλογία. Έτσι π.χ. το υδρόθειο (H_2S) είναι μια ένωση των στοιχείων υδρογόνου (H) και θείου (S) σε σταθερή αναλογία 2 προς 1.

Όμως, αν και ο *Dalton* υποστήριζε ότι τα άτομα είναι αδιαίρετα σωματίδια, πειράματα που έγιναν στις αρχές του 20^{ου} αιώνα απέδειξαν ότι τα ίδια τα άτομα αποτελούνται από ακόμα μικρότερα σωματίδια.



Η Δομή του Ατόμου (3/22)

Ποια είναι τα μικρότερα σωματίδια που αποτελούν τα άτομα;

- Ηλεκτρόνια (*electron e-*)
 - Πρωτόνια (*proton p+*)
 - Νετρόνια (*neutron n*)
- } Υποατομικά σωματίδια



Τα θεμελιώδη συστατικά της ύλης είναι τα τρία αυτά σωματίδια (υποατομικά σωματίδια).



Η Δομή του Ατόμου (4/22)

Ηλεκτρόνιο:

Η ανακάλυψη του ηλεκτρονίου έγινε το 1897 από τον Βρετανό φυσικό Thomson.

- Όταν εφαρμοστεί υψηλή τάση στα δυο ηλεκτρόδια που είναι ενσωματωμένα σε ένα γυάλινο σωλήνα (άνοδος και κάθοδος), ο οποίος περιέχει κάποιο αέριο υπό χαμηλή πίεση, τότε εκπέμπεται ένα πρασινωπό φως **από την κάθοδο**.



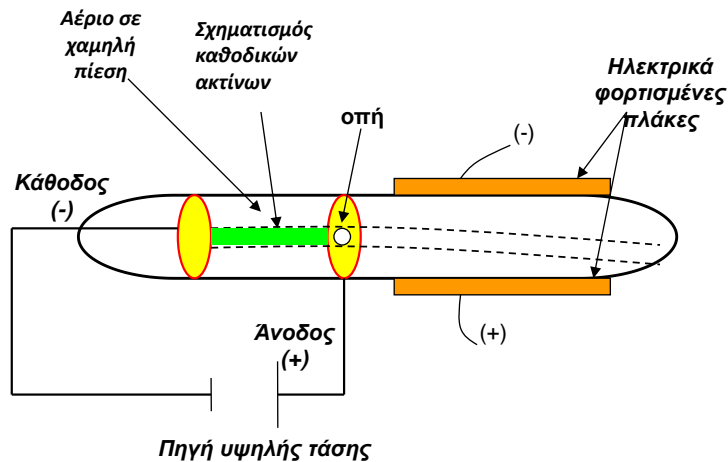
Joseph John Thomson (1856 - 1940)

Άγγλος φυσικός γνωστός για την ανακάλυψη του ηλεκτρονίου. Το 1906 τιμήθηκε με το βραβείο *Nobel* για τη συνεισφορά του στη μελέτη της ηλεκτρικής αγωγιμότητας των αερίων.



Η Δομή του Ατόμου (5/22)

- Αυτές οι **καθοδικές ακτίνες**, αποτελούμενες από στοιχειώδη σωματίδια τα οποία ο Thomson ονόμασε ηλεκτρόνια, κινούνται προς την άνοδο από όπου μερικές απ' αυτές μπορεί να διέλθουν μέσω μια οπής σχηματίζοντας δέσμη.
- Η δέσμη αυτή μπορεί να εκτραπεί υπό την παρουσία των φορτισμένων πλακών, και μάλιστα έλκεται από την θετικά φορτισμένη πλάκα, πράγμα που αποδεικνύει ότι πρόκειται για **αρνητικά φορτισμένα** σωματίδια.



Η Δομή του Ατόμου (6/22)

Ο *Thomson* μπόρεσε επίσης, μέσα από μια σειρά πειραμάτων, να προσδιορίσει το λόγο φορτίο προς μάζα ($\frac{e}{m}$), χωρίς ωστόσο να μπορέσει να υπολογίσει ξεχωριστά τη τιμή του φορτίου και της μάζας του ηλεκτρονίου. Η τιμή που υπολογίστηκε για τον λόγο ($\frac{e}{m}$) ήταν $1,7588 \times 10^8 \frac{C}{g}$.

Η μάζα του ηλεκτρονίου υπολογίστηκε το 1909 από το *Millikan*, ο οποίος παρατηρώντας με μικροσκόπιο την επίδραση που ασκεί ένα ηλεκτρικό πεδίο στην ταχύτητα πτώσης μιας φορτισμένης σταγόνας ελαίου κατάφερε να προσδιορίσει επακριβώς το φορτίο του ηλεκτρονίου, q_e :

$$q_e = 1,6022 \times 10^{-19} \text{Coulomb} \quad (1.2.1)$$

Από τον ήδη γνωστό λόγο ($\frac{e}{m}$) προσδιορίστηκε και η μάζα του ηλεκτρονίου m_e , η οποία ισούται με:

$$m_e = 9,1026 \times 10^{-28} \text{g} \quad (1.2.2)$$



Η Δομή του Ατόμου (7/22)

- **Πρωτόνιο:** Το πρωτόνιο ανακαλύφθηκε επίσης κατά τις ηλεκτρικές εκκενώσεις σε σωλήνες υψηλού κενού, το 1866 (*Eugen Goldstein*).

Στους σωλήνες αυτούς δημιουργείται και μια δέσμη από θετικά φορτισμένα σωματίδια την οποία ονόμασε *διαυλικές ή θετικές ακτίνες*. Η θετικά αυτή δέσμη σωματιδίων κινείται ευθύγραμμα από την άνοδο προς την κάθοδο (**αντίθετα** δηλαδή προς τις **καθοδικές ακτίνες**) και **εκτρέπεται** επίσης **αντίθετα από τις καθοδικές ακτίνες** από ένα ηλεκτρικό πεδίο.



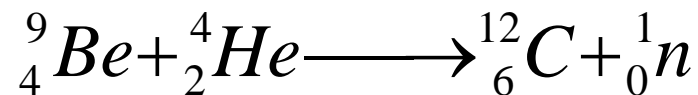
Η Δομή του Ατόμου (8/22)

- Με σειρά πειραμάτων προσδιορίστηκε ο λόγος φορτίο/μάζα: 9.76×10^4 C/g για το p.
- Επειδή το φορτίο του πρωτονίου είναι ίδιο με το φορτίο του e^- θα έχουμε $q_p = 1.6022 \times 10^{-19}$ Coulomb.
- Άρα η μάζα του p είναι: $m_p = 1.6726 \times 10^{-24}$ g.



Η Δομή του Ατόμου (9/22)

- **Νετρόνιο:** Η ανακάλυψη του νετρονίου έγινε πολύ αργότερα, περίπου το 1930 λόγω της ηλεκτρική ουδετερότητα του σωματιδίου αυτού, πράγμα που καθιστούσε δύσκολη την ταυτοποίηση του.
- Κατά τον βομβαρδισμό ορισμένων ελαφριών στοιχείων, όπως είναι το Βυρήλλιο (Be), με ακτίνες α (πυρήνες Ηλίου), εκπέμπεται μια πολύ ισχυρή και διεισδυτική ακτινοβολία. Οι ιδιότητες της παράξενης αυτής ακτινοβολίας ερμηνεύτηκαν το 1932, από τον Chadwick, ο οποίος θεώρησε ότι η ακτινοβολία αυτή αποτελείται από ουδέτερα σωματίδια, τα νετρόνια, με μάζα ίση περίπου αυτής των πρωτονίων τα οποία αποτελούν προϊόν της παρακάτω πυρηνικής αντίδρασης.



Η Δομή του Ατόμου (10/22)

Συνοψίζοντας για τα υποατομικά στοιχεία:

Σωματίδιο	Σύμβολο	Φορτίο* (C)	Μάζα (g)
Ηλεκτρόνιο	e	-1	$9,110 \times 10^{-28}$
Πρωτόνιο	p	+1	$1,673 \times 10^{-24}$
Νετρόνιο	n	0	$1,675 \times 10^{-24}$

***Βασιζόμενο στο στοιχειώδες φορτίο $1,602 \times 10^{-19}$ C.**



Η Δομή του Ατόμου (11/22)

Πως τα υποατομικά αυτά σωματίδια συμμετείχαν στη δημιουργία του ατόμου;

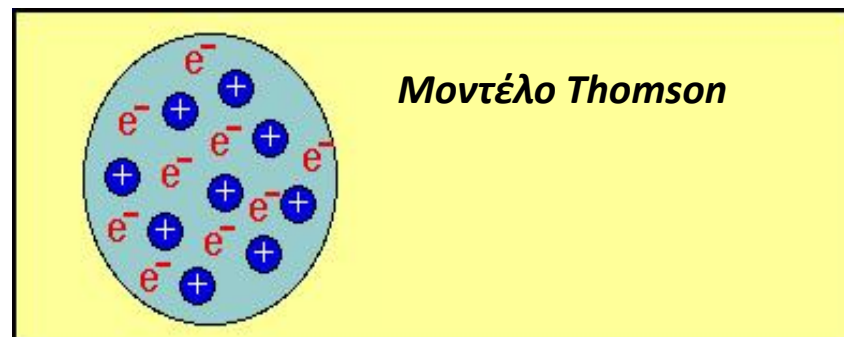
- Θεωρίες περί ατομικών προτύπων:
 - Thomson (1898).
 - P. Lenard (1903).
 - Rutherford (1911).



Η Δομή του Ατόμου (12/22)

Thomson (1898):

το άτομο αποτελείται από θετικά και αρνητικά σωματίδια. Το θετικό φορτίο είναι ομοιόμορφα συγκεντρωμένο σε σφαίρα, μέσα στην οποία κινούνται τα ηλεκτρόνια (μοντέλο σταφιδόψωμου).



Η Δομή του Ατόμου (13/22)

P. Lenard (1903):

Η μάζα του ατόμου είναι συγκεντρωμένη σε ορισμένα κέντρα καθένα από το οποία συνίσταται από θετικό και αρνητικό φορτίο. Το μεγαλύτερο μέρος του ατόμου είναι κενό.



Η Δομή του Ατόμου (14/22)

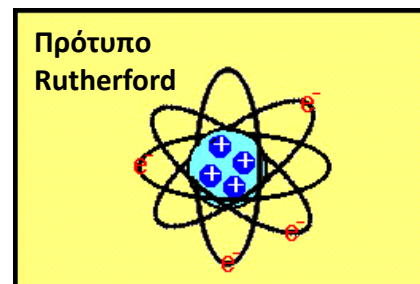
- **Rutherford (1911):**

Στο κέντρο του ατόμου, το οποίο το ονόμασε πυρήνα είναι συγκεντρωμένη η μεγαλύτερη μάζα του ατόμου η οποία μάλιστα είναι θετικά φορτισμένη. Ο πυρήνας του ατόμου καταλαμβάνει ελάχιστο χώρο σε σχέση με ολόκληρο το άτομο. Τα ηλεκτρόνια περιφέρονται γύρω από τον πυρήνα σε ορισμένες τροχιές. Το άτομο αποτελεί μικρογραφία του ηλιακού μας συστήματος, όπου ο πυρήνας αντιστοιχεί στον ήλιο και τα ηλεκτρόνια σε πλανήτες.



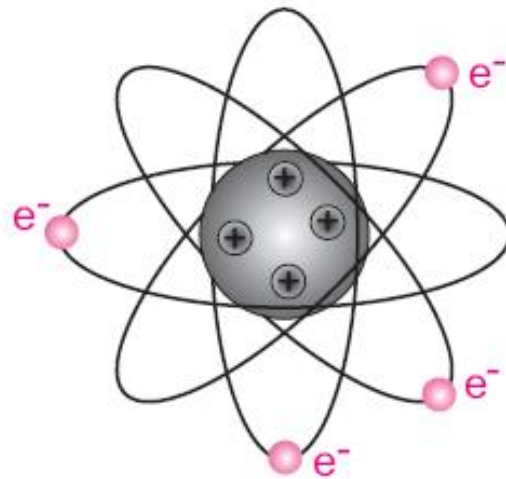
Ernest Rutherford (1871 - 1937)

Νεοζηλανδός Φυσικός γνωστός και ως ο πατέρας της πυρηνικής φυσικής. Το 1908 βραβεύτηκε με το βραβείο Νόμπελ Χημείας για τις εργασίες του σχετικά με τον ατομικό πυρήνα και τη διάσπαση των ραδιενεργών στοιχείων.



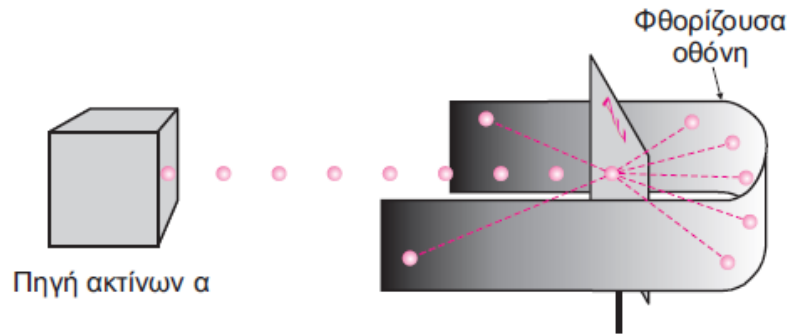
Η Δομή του Ατόμου (15/22)

Με βάση τα δεδομένα του πειράματος ο *Rutherford* υπολόγισε ότι ο πυρήνας έχει διάμετρο περίπου 10^{-15} m, ενώ η συνολική διάμετρος του ατόμου είναι περίπου 10^{-10} m. Με άλλα λόγια, η διάμετρος του ατόμου είναι 100.000 μεγαλύτερη από τη διάμετρο του πυρήνα. Έτσι, τελικά ο *Rutherford* κατέληξε στο συμπέρασμα ότι τα ηλεκτρόνια περιστρέφονται γύρω από τον πυρήνα καταλαμβάνοντας το μεγαλύτερο μέρος του ατόμου, ενώ όλη σχεδόν η μάζα του ατόμου είναι συγκεντρωμένη στον πυρήνα.



Η Δομή του Ατόμου (16/22)

Πως ο Rutherford οδηγήθηκε σε αυτό το συμπέρασμα;



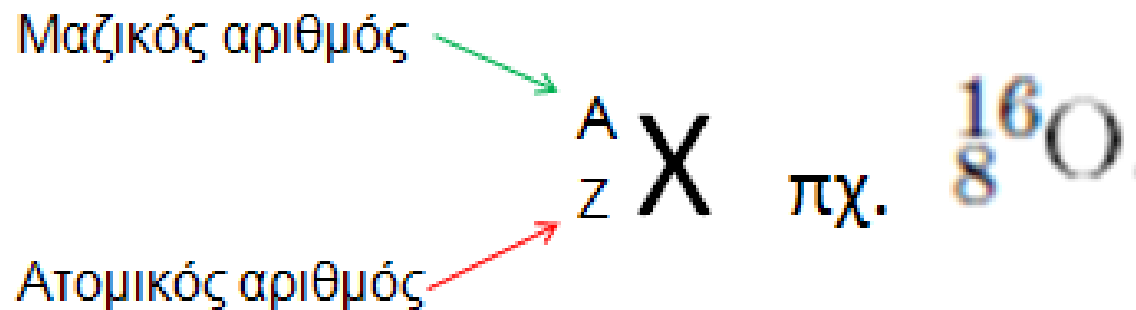
Σχήμα 1.3: Το πείραμα του Rutherford: βομβαρδισμός λεπτών φύλλων χρυσού (Au) με σωματίδια α.

- Οι μαθητές του Rutherford Geiger και Marsden εκτέλεσαν τα πειράματα.
- Σωματία α (πυρήνες He).
- Τα σωματία ελάχιστα παρέκλιναν από την πορεία τους (~99.9%).
- 1 στα 1000 απέκλινε σημαντικά της ευθύγραμμης πορείας .
- Ένας πολύ μικρότερος αριθμός εκτρεπόταν σχεδόν προς τα πίσω!!



Η Δομή του Ατόμου (17/22)

- **Ατομικός –Μαζικός αριθμός:**
 - **Ατομικός αριθμός (Z)**= ο αριθμός των πρωτονίων του πυρήνα. Αποτελεί την «**ταυτότητα**» του ατόμου.
 - **Μαζικός αριθμός (A)**= ο αριθμός των πρωτονίων και των νετρονίων του πυρήνα.



Η Δομή του Ατόμου (18/22)

Γιατί ο **Z** αποτελεί ταυτότητα ενός στοιχείου



Ατομικός αριθμός	Σύμβολο	Στοιχείο	Ατομικός αριθμός	Σύμβολο	Στοιχείο
1	H	Υδρογόνο	60	Nb	Νεοόμιο
2	He	Ήλιο	61	Pm	Προμήθειο
3	Li	Λίθιο	62	Sm	Σαμάριο
4	Be	Βηρύλλιο	63	Eu	Ευρώπιο
5	B	Βόριο	64	Gd	Γαδολίνιο
6	C	Άνθρακας	65	Tb	Τέρβιο
7	N	Άζωτο	66	Dy	Δυσπρόσιο
8	O	Οξυγόνο	67	Ho	Όλμιο
9	F	Φθόριο	68	Er	Έρβιο
10	Ne	Νέον	69	Tm	Θωόλιο
11	Na	Νάτριο	70	Yb	Υττέρβιο
12	Mg	Μαγνήσιο	71	Lu	Λουτέτιο
13	Al	Αργίλιο	72	Hf	Άφνιο
14	Si	Πυρίτιο	73	Ta	Ταντάλιο
15	P	Φόσφορος	74	W	Βολφράμιο
16	S	Θείο	75	Re	Ρήνιο
17	Cl	Χλώριο	76	Os	Όσμιο
18	Ar	Αργό	77	Ir	Ιρίδιο
19	K	Κάλιο	78	Pt	Λευκόχρυσος
20	Ca	Ασβέστιο	79	Au	Χρυσός
21	Sc	Σκάνδιο	80	Hg	Υδράργυρος
22	Ti	Τιτάνιο	81	Tl	Θάλλιο
23	V	Βανάδιο	82	Pb	Μόλυβδος
24	Cr	Χρώμιο	83	Bi	Βισμούθιο
25	Mn	Μαγγάνιο	84	Po	Πολώνιο
26	Fe	Σίδηρος	85	At	Αστάτιο
27	Co	Κοβάλτιο	86	Rn	Ραδόνιο
28	Ni	Νικέλιο	87	Fr	Φράνκιο
29	Cu	Χαλκός	88	Ra	Ράδιο
30	Zn	Ψευδάργυρος	89	Ac	Ακτίνιο
31	Ga	Γάλλιο	90	Th	Θόριο
32	Ge	Γερμάνιο	91	Pa	Πρωτακτίνιο

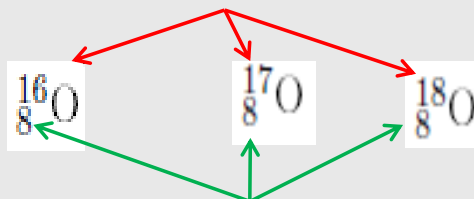


Η Δομή του Ατόμου (19/22)

- **Ισότοπα – Ισοβαρή στοιχεία:**

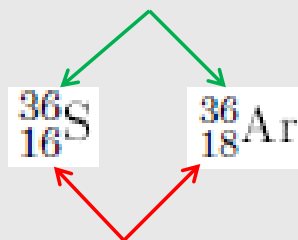
- Τα **ισότοπα** είναι άτομα με τον **ίδιο ατομικό** αριθμό αλλά **διαφορετικό μαζικό** αριθμό (στην ουσία μιλάμε για το ίδιο στοιχείο!).

Πχ.



- Τα **ισοβαρή** είναι τα στοιχεία με τον **ίδιο μαζικό** αριθμό αλλά **διαφορετικό αριθμό πρωτονίων** και νετρονίων.

Πχ.



Η Δομή του Ατόμου (20/22)

- Μονάδα ατομικής μάζας, *amu* (Ατομικό βάρος).

Atomic Mass Unit:

$$1\text{amu} = \frac{1}{12}m({}^{12}_6\text{C}) = 1,66056 \times 10^{-27}\text{kg}$$

Σωματίδιο	Σύμβολο	Μάζα [g]	Μάζα [amu]
Ηλεκτρόνιο	<i>e</i>	$9,1096 \times 10^{-28}$	0,0005486
Πρωτόνιο	<i>p</i>	$1,6726 \times 10^{-24}$	1,0072766
Νετρόνιο	<i>n</i>	$1,6749 \times 10^{-24}$	1,0086654

Το ατομικό βάρος ενός στοιχείου είναι ο μέσος όρος των ατομικών μαζών των φυσικών ισοτόπων του.

Συνεπώς, εάν ένα στοιχείο αποτελείται από τρία ισότοπα με ατομικές μάζες 49, 50 και 51 *amu* και το ποσοστό των ατόμων του κάθε ισότοπου είναι 30%, 60% και 10% αντίστοιχα, τότε το ατομικό βάρος του στοιχείου είναι:

$$0,3 \cdot 49 + 0,6 \cdot 50 + 0,1 \cdot 51 = 49,7\text{amu}$$



Η Δομή του Ατόμου (21/22)

ΑΤΟΜΙΚΟ ΒΑΡΟΣ
του Λιθίου



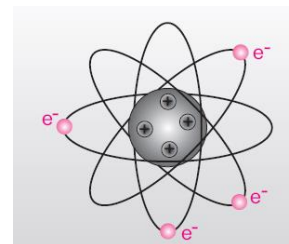
	1 IA			
1	1 H 1.00794	2 IIA		
2	3 Li 6.9410	4 Be 9.01218		
3	11 Na 22.9898	12 Mg 24.3050	3 IIIB	4 IVB
4	19 K 39.0983	20 Ca 40.0780	21 Sc 44.9559	22 Ti 47.8670
5	37 Rb 85.4678	38 Sr 87.6200	39 Y 88.9059	40 Zr 91.2240
6	55 Cs 132.9054	56 Ba 137.3270	* 57 La 138.9055	72 Hf 178.4900
7	87 Fr 223.0197	88 Ra 226.0254	+ 89 Ac 227.0277	104 Rf 261.0890



Η Δομή του Ατόμου (22/22)

1

Η δομή του ατόμου



Μετά από προσεκτική μελέτη αυτού του κεφαλαίου, θα πρέπει να γνωρίζετε:

- ✓ Ποια είναι τα θεμελιώδη συστατικά του ατόμου
- ✓ Ποιες είναι οι ιδιότητες των υποατομικών σωματιδίων
- ✓ Ποια ατομικά πρότυπα περιγράφουν τη δομή του ατόμου
- ✓ Ποια είναι η δομή του πυρήνα
- ✓ Τι είναι ο ατομικός και ο μαζικός αριθμός
- ✓ Ποια στοιχεία ονομάζονται ισότοπα και ισοβαρή
- ✓ Πως υπολογίζεται το ατομικό βάρος των στοιχείων



Τέλος Ενότητας



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Σημείωμα Αναφοράς

- Copyright Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Μαρνέλλος Γεώργιος. «Χημεία». Έκδοση: 1.0. Κοζάνη 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: [https:// eclass.uowm.gr/courses/MECH100/](https://eclass.uowm.gr/courses/MECH100/)



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Όχι Παράγωγα Έργα Μη Εμπορική Χρήση 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Ως Μη Εμπορική ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

- Γενική Χημεία. Θεωρία & Εφαρμογές, Μ.Ι. Κονσολάκης, Εκδόσεις ΑΕΝΑΟΣ, 2008



Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

