



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Γεωχημεία

Ενότητα 1: Γεωχημικές διεργασίες στο εσωτερικό
της γης

Χριστίνα Στουραϊτη

Σχολή Θετικών Επιστημών

Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος

Περιεχόμενα ενότητας

- **Εισαγωγή (ανασκόπηση γνώσεων Χημείας Α' έτους)**
 - Ορολογία
 - Δομή ατόμου
 - Ατομικά τροχιακά
- **Περιοδικός Πίνακας**
 - Περιοδικές ιδιότητες των στοιχείων



Γεωχημικές διεργασίες στο εσωτερικό της γης

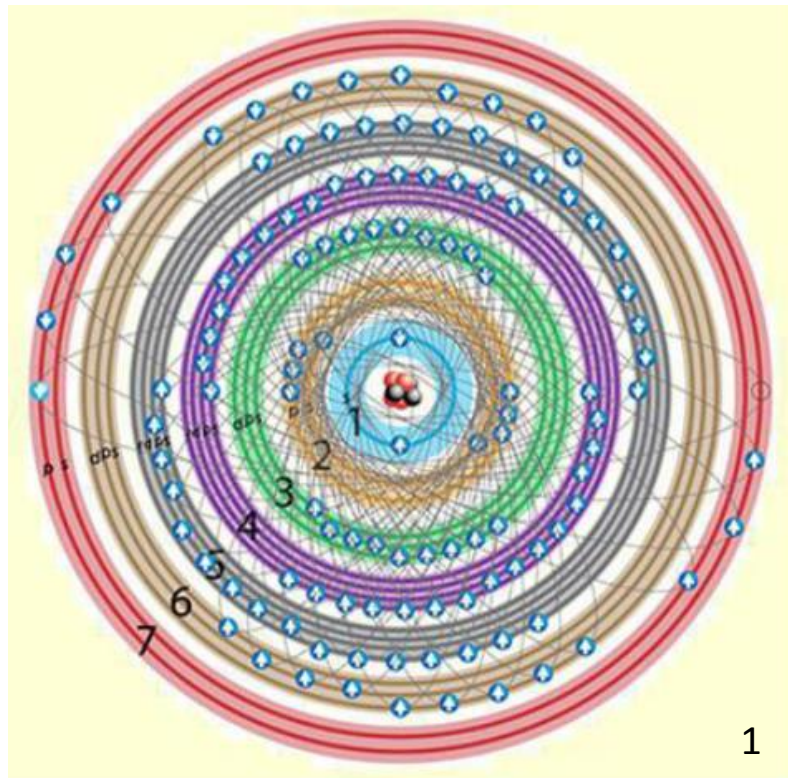
- Δομή ατόμου
- Περιοδικός Πίνακας

Βασικές αρχές

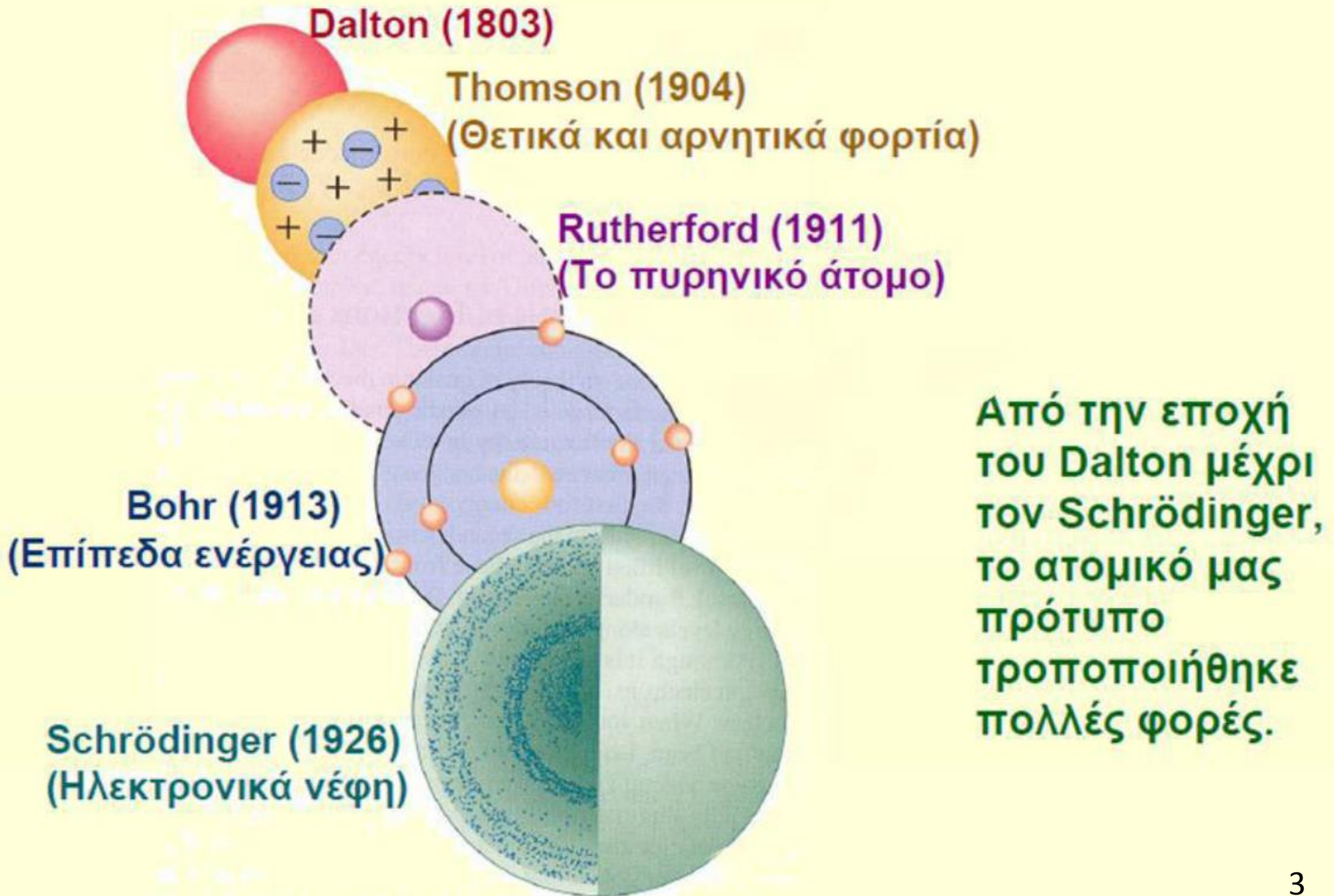
- Το **άτομο** είναι το βασικό δομικό συστατικό των ορυκτών.
- Η **ύλη** είναι μια ειδική μορφή της ενέργειας, έχει μάζα και καταλαμβάνει χώρο.
- Ούτε η ύλη ούτε η ενέργεια μπορούν να δημιουργηθούν ή να καταστραφούν - μπορούν μόνο να μετατραπούν από μια μορφή σε άλλη.
- Η **ενέργεια** είναι η ικανότητα της ύλης να παράγει έργο και έχει διάφορες μορφές, όπως οι εξής:
 - *Δυναμική, Κινητική, Ηλεκτρική, Θερμική, Χημική, Πυρηνική*
 - *Ακτινοβολίας* (η μόνη μορφή στην οποία υπάρχει μια απουσία ύλης)
- Τα άτομα αποτελούν τη μικρότερη υποδιαίρεση της ύλης η οποία διατηρεί το χαρακτηριστικά των στοιχείων.



Δομή του ατόμου – Περιοδικός Πίνακας

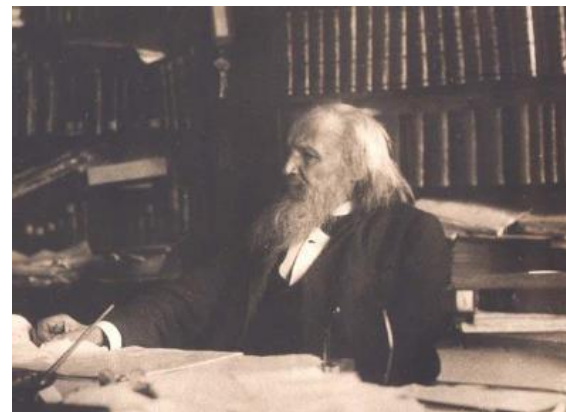


...Η πορεία του ατομικού προτύπου



Στοιχεία & Περιοδικός Πίνακας

- Ο Περιοδικός Πίνακας επινοήθηκε το 1869 από τον Julius Meyer και Dmitri Mendeleev.
- Η πρώτη κατάταξη των στοιχείων έγινε με βάση το ατομικό τους βάρος.
- Οργανώνει τα στοιχεία σε ομάδες και οικογένειες με παρόμοιες χημικές και φυσικές ιδιότητες.
- Το 1913 ο Henry Moseley έλυσε οριστικά το θέμα της ταξινόμησης τοποθετώντας τα στοιχεία σε σειρά, κατά αύξοντα ατομικό αριθμό και έτσι οριστικοποιήθηκε ο Περιοδικός Πίνακας όπως τον ξέρουμε σήμερα.



4



5

PERIODIC TABLE Atomic Properties of the Elements



National Institute of Standards and Technology
Technology Administration, U.S. Department of Commerce

18
VIIIA

Group 1 IA	1 ¹ H Hydrogen 1.00794 1s	2 IIA	Frequently used fundamental physical constants For the most accurate values of these and other constants, visit physics.nist.gov/constants 1 second = 9 192 631 770 periods of radiation corresponding to the transition between the two hyperfine levels of the ground state of ¹³³ Cs speed of light in vacuum <i>c</i> 299 792 458 m s ⁻¹ (exact) Planck constant <i>h</i> 6.626 070 15 × 10 ⁻³⁴ J s (fixed) elementary charge <i>e</i> 1.602 176 634 × 10 ⁻¹⁹ C (fixed) electron mass <i>m_e</i> 9.109 383 56 × 10 ⁻³¹ kg <i>m_ec²</i> 0.5110 MeV proton mass <i>m_p</i> 1.672 621 9 × 10 ⁻²⁷ kg fine-structure constant <i>α</i> 1/137.035 999 084 Rydberg constant <i>R_∞</i> 10 973 732 m ⁻¹ <i>R_∞hc</i> 3.299 942 × 10 ¹⁶ Hz <i>R_∞hc</i> 13.605 7 eV Boltzmann constant <i>k</i> 1.380 67 × 10 ⁻²³ J K ⁻¹										Physics Laboratory physics.nist.gov		Standard Reference Data Group www.nist.gov/srd				2 ² He Helium 4.002602 1s ² 24.5874
	3 ³ Li Lithium 6.941 1s ² 2s ¹ 5.3817		4 ⁴ Be Beryllium 9.012182 1s ² 2s ² 9.3227	5 ⁵ B Boron 10.811 1s ² 2s ² 2p ¹ 8.2980	6 ⁶ C Carbon 12.0107 1s ² 2s ² 2p ² 11.2603	7 ⁷ N Nitrogen 14.0067 1s ² 2s ² 2p ³ 14.5341	8 ⁸ O Oxygen 15.9994 1s ² 2s ² 2p ⁴ 13.6181	9 ⁹ F Fluorine 18.9984032 1s ² 2s ² 2p ⁵ 17.4228	10 ¹⁰ Ne Neon 20.1797 1s ² 2s ² 2p ⁶ 21.5645	11 ¹¹ Na Sodium 22.989770 [Ne]3s ¹ 5.1391	12 ¹² Mg Magnesium 24.3050 [Ne]3s ² 7.6462	13 ¹³ Al Aluminum 26.981538 [Ne]3s ² 3p ¹ 5.9858	14 ¹⁴ Si Silicon 28.0855 [Ne]3s ² 3p ² 8.1517	15 ¹⁵ P Phosphorus 30.973761 [Ne]3s ² 3p ³ 10.4867	16 ¹⁶ S Sulfur 32.065 [Ne]3s ² 3p ⁴ 10.3600	17 ¹⁷ Cl Chlorine 35.453 [Ne]3s ² 3p ⁵ 12.9678	18 ¹⁸ Ar Argon 39.948 [Ne]3s ² 3p ⁶ 15.7596		
Period 4	19 ¹⁹ K Potassium 39.0983 [Ar]4s ¹ 4.3407	20 ²⁰ Ca Calcium 40.078 [Ar]4s ² 6.1132	21 ²¹ Sc Scandium 44.955910 [Ar]3d ¹ 4s ² 6.2615	22 ²² Ti Titanium 47.867 [Ar]3d ² 4s ² 6.8281	23 ²³ V Vanadium 50.9415 [Ar]3d ³ 4s ² 6.7462	24 ²⁴ Cr Chromium 51.9961 [Ar]3d ⁵ 4s ¹ 6.7665	25 ²⁵ Mn Manganese 54.938049 [Ar]3d ⁵ 4s ² 7.4300	26 ²⁶ Fe Iron 55.845 [Ar]3d ⁶ 4s ² 7.9024	27 ²⁷ Co Cobalt 58.933200 [Ar]3d ⁷ 4s ² 7.8810	28 ²⁸ Ni Nickel 58.6934 [Ar]3d ⁸ 4s ² 7.6368	29 ²⁹ Cu Copper 63.546 [Ar]3d ¹⁰ 4s ¹ 7.7264	30 ³⁰ Zn Zinc 65.409 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 8.9942	31 ³¹ Ga Gallium 69.723 [Ar]3d ¹⁰ 4s ¹ 4p ¹ 8.9993	32 ³² Ge Germanium 72.64 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ² 7.8994	33 ³³ As Arsenic 74.92160 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ³ 9.7885	34 ³⁴ Se Selenium 78.96 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁴ 9.7524	35 ³⁵ Br Bromine 79.904 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁵ 11.8138	36 ³⁶ Kr Krypton 83.798 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶ 13.9956	
	5	37 ³⁷ Rb Rubidium 85.4678 [Kr]5s ¹ 5.6949	38 ³⁸ Sr Strontium 87.62 [Kr]5s ² 6.6339	39 ³⁹ Y Yttrium 88.90585 [Kr]4d ¹ 5s ² 6.2173	40 ⁴⁰ Zr Zirconium 91.224 [Kr]4d ² 5s ² 6.6339	41 ⁴¹ Nb Niobium 92.90638 [Kr]4d ⁴ 5s ¹ 7.0924	42 ⁴² Mo Molybdenum 95.94 [Kr]4d ⁵ 5s ¹ 7.38	43 ⁴³ Tc Technetium (98) [Kr]4d ⁵ 5s ² 7.28	44 ⁴⁴ Ru Ruthenium 101.07 [Kr]4d ⁷ 5s ¹ 7.3805	45 ⁴⁵ Rh Rhodium 102.90550 [Kr]4d ⁸ 5s ¹ 7.4289	46 ⁴⁶ Pd Palladium 106.42 [Kr]4d ¹⁰ 8.3369	47 ⁴⁷ Ag Silver 107.8682 [Kr]4d ¹⁰ 5s ¹ 8.9938	48 ⁴⁸ Cd Cadmium 112.411 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 9.7864	49 ⁴⁹ In Indium 114.818 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ¹ 9.7864	50 ⁵⁰ Sn Tin 118.710 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ² 9.7439	51 ⁵¹ Sb Antimony 121.760 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ³ 9.0096	52 ⁵² Te Tellurium 127.60 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁴ 9.0096	53 ⁵³ I Iodine 126.90447 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁵ 10.4513	54 ⁵⁴ Xe Xenon 131.293 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶ 12.1366
6	55 ⁵⁵ Cs Cesium 132.90545 [Xe]6s ¹ 5.2117	56 ⁵⁶ Ba Barium 137.327 [Xe]6s ² 5.2117	57 ⁵⁷ La Lanthanum 138.90549 [Xe]5f ¹ 6s ² 6.8281	58 ⁵⁸ Ce Cerium 140.116 [Xe]4f ¹ 5d ¹ 6s ² 6.8281	59 ⁵⁹ Pr Praseodymium 140.90765 [Xe]4f ³ 6s ² 7.5456	60 ⁶⁰ Nd Neodymium 144.24 [Xe]4f ⁴ 6s ² 7.8640	61 ⁶¹ Pm Promethium (145) [Xe]4f ⁵ 6s ² 7.8640	62 ⁶² Sm Samarium 150.36 [Xe]4f ⁶ 6s ² 8.4382	63 ⁶³ Eu Europium 151.964 [Xe]4f ⁷ 6s ² 8.9570	64 ⁶⁴ Gd Gadolinium 157.25 [Xe]4f ⁷ 5d ¹ 6s ² 8.9588	65 ⁶⁵ Tb Terbium 158.92534 [Xe]4f ⁹ 6s ² 9.2255	66 ⁶⁶ Dy Dysprosium 162.500 [Xe]4f ¹⁰ 6s ² 10.4375	67 ⁶⁷ Ho Holmium 164.93032 [Xe]4f ¹¹ 6s ² 10.4375	68 ⁶⁸ Er Erbium 167.259 [Xe]4f ¹² 6s ² 10.4375	69 ⁶⁹ Tm Thulium 168.93421 [Xe]4f ¹³ 6s ² 10.4375	70 ⁷⁰ Yb Ytterbium 173.04 [Xe]4f ¹⁴ 6s ² 6.2542	71 ⁷¹ Lu Lutetium 174.967 [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹ 6s ² 6.4259		
7	87 ⁸⁷ Fr Francium (223) [Rn]7s ¹ 4.0727	88 ⁸⁸ Ra Radium (226) [Rn]7s ² 5.2784	89 ⁸⁹ Ac Actinium (227) [Rn]6d ¹ 7s ² 5.17	90 ⁹⁰ Th Thorium 232.0381 [Rn]6d ² 7s ² 6.3067	91 ⁹¹ Pa Protactinium 231.03688 [Rn]5f ² 6d ¹ 7s ² 6.1941	92 ⁹² U Uranium 238.02891 [Rn]5f ³ 6d ¹ 7s ² 6.1941	93 ⁹³ Np Neptunium (237) [Rn]5f ⁴ 6d ¹ 7s ² 6.2657	94 ⁹⁴ Pu Plutonium (244) [Rn]5f ⁶ 7s ² 6.0260	95 ⁹⁵ Am Americium (243) [Rn]5f ⁷ 7s ² 5.9738	96 ⁹⁶ Cm Curium (247) [Rn]5f ⁸ 7s ² 5.9914	97 ⁹⁷ Bk Berkelium (247) [Rn]5f ⁹ 7s ² 6.1979	98 ⁹⁸ Cf Californium (251) [Rn]5f ¹⁰ 7s ² 6.2817	99 ⁹⁹ Es Einsteinium (252) [Rn]5f ¹¹ 7s ² 6.42	100 ¹⁰⁰ Fm Fermium (257) [Rn]5f ¹² 7s ² 6.50	101 ¹⁰¹ Md Mendelevium (288) [Rn]5f ¹³ 7s ² 6.56	102 ¹⁰² No Nobelium (259) [Rn]5f ¹⁴ 7s ² 6.65	103 ¹⁰³ Lr Lawrencium (262) [Rn]5f ¹⁴ 7p ¹ 4.9 ?		

Atomic Number: 58
Ground-state Level: ¹G₄
Symbol: Ce
Name: Cerium
Atomic Weight: 140.116
Ground-state Configuration: [Xe]4f¹5d¹6s²
Ionization Energy (eV): 5.5387

[†]Based upon ¹²C. () indicates the mass number of the most stable isotope.

For a description of the data, visit physics.nist.gov/data

NIST SP 966 (September 2003)



Δομή του ατόμου

Πρωτόνιο

θετικά φορτισμένο σωματίδιο

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

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

Νετρόνιο

ηλεκτρικά ουδέτερο σωματίδιο

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

$$q = 0 \text{ C}$$

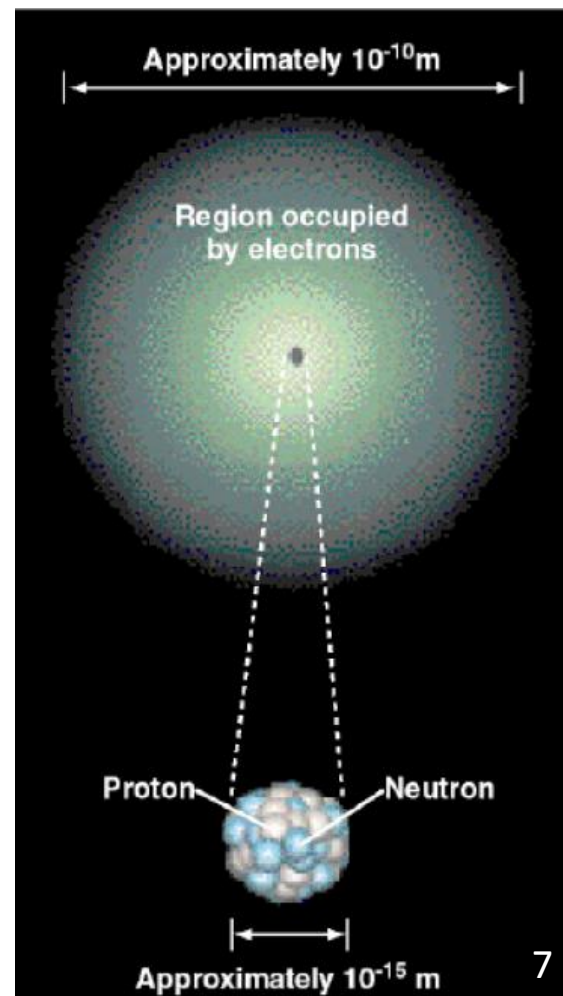
Ηλεκτρόνιο

αρνητικά φορτισμένο σωματίδιο

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

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

Πυρήνας



Βασική ορολογία

Ατομικός αριθμός (Z): ο αριθμός των θετικά φορτισμένων σωματιδίων στον πυρήνα (πρωτονίων). Σε ηλεκτρικά ουδέτερα άτομα, αντιπροσωπεύει επίσης τον αριθμό των ηλεκτρονίων.

Μαζικός αριθμός (A): Ο αριθμός των νουκλεονίων, δηλαδή το άθροισμα των πρωτονίων (Z) και των νετρονίων (N):

$$A = Z + N$$

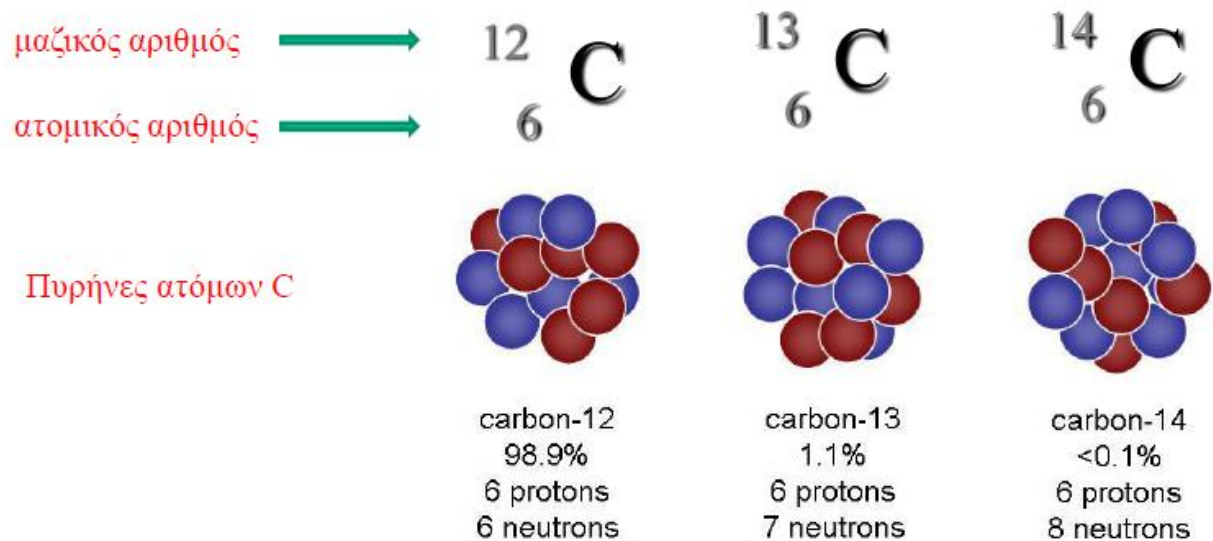
Δεν ισοδυναμεί με την συνολική μάζα του ατόμου αλλά μάλλον αντιπροσωπεύει έναν ακέραιο αριθμό που προσεγγίζει τη μάζα, όπως αυτή εκφράζεται σε atomic mass units (amu).



Βασική ορολογία

Ισότοπα: Άτομα του ίδιου στοιχείου, των οποίων οι πυρήνες έχουν τον ίδιο ατομικό, αλλά διαφορετικό μαζικό αριθμό.

Τα ισότοπα έχουν όμοιες χημικές ιδιότητες και μετρώνται με τη χρήση φασματογράφου μάζας. Τα περισσότερα στοιχεία έχουν τουλάχιστον 2 φυσικά ισότοπα.



8

Μονάδες μέτρησης

- **Atomic Mass Unit – amu (Μονάδα Ατομικής Μάζας)** = 1/12 της μάζας του ατόμου ^{12}C (το αφθονότερο σταθερό ισότοπο του άνθρακα)
- **Ατομικό βάρος** είναι ο **σταθμισμένος μέσος όρος των ατομικών μαζών των φυσικών ισοτόπων** ενός στοιχείου.

Παράδειγμα:

ένα φυσικό δείγμα του χλωρίου Cl , περιέχει ένα μίγμα από άτομα (ισότοπα) ^{35}Cl σε ποσοστό 75.53% και άτομα (ισότοπα) ^{37}Cl σε ποσοστό 24.47%.

Έτσι, το **ατομικό βάρος** προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της μάζας του κάθε ισοτόπου (σε amu) πολλαπλασιασμένο με το ποσοστό αφθονίας του:

$$0.7553 (34.97 \text{ amu}) + 0.2447 (36.95 \text{ amu}) = 35.45 \text{ amu}$$



Μονάδες μέτρησης

- **mole** (ή γραμμομόριο) = 6.02214×10^{23} (N_A) «στοιχειώδης οντότητες» (άτομα, μόρια, ιόντα)

Παράδειγμα:

1 mole of H^+ = 6.02214×10^{23} H^+ ions,

10 mol **FeOOH** = 6.02214×10^{24} moles **Fe**, 6.02214×10^{24} moles **O**, 6.02214×10^{24} moles **OH**.

- Το mole μιας ένωσης/ουσίας σχετίζεται με τη μάζα αυτής σε γραμμάρια, μέσω του τύπου του Μοριακού Βάρους.

Παράδειγμα:

Το ΜΒ του **S** = 32.04 g, έτσι 32.04 γραμμάρια **S** περιέχουν 6.02214×10^{23} άτομα **S**.

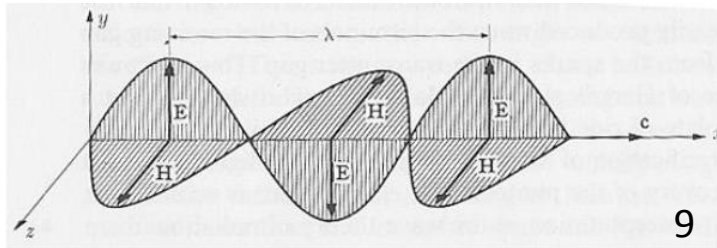


Ατομική Θεωρία

- Ατομικό πρότυπο Bohr
- Κβαντομηχανική
 - ατομικά τροχιακά



Κυματική φύση του φωτός



λ : μήκος κύματος (m)

ν : συχνότητα (cycles/s = s^{-1})

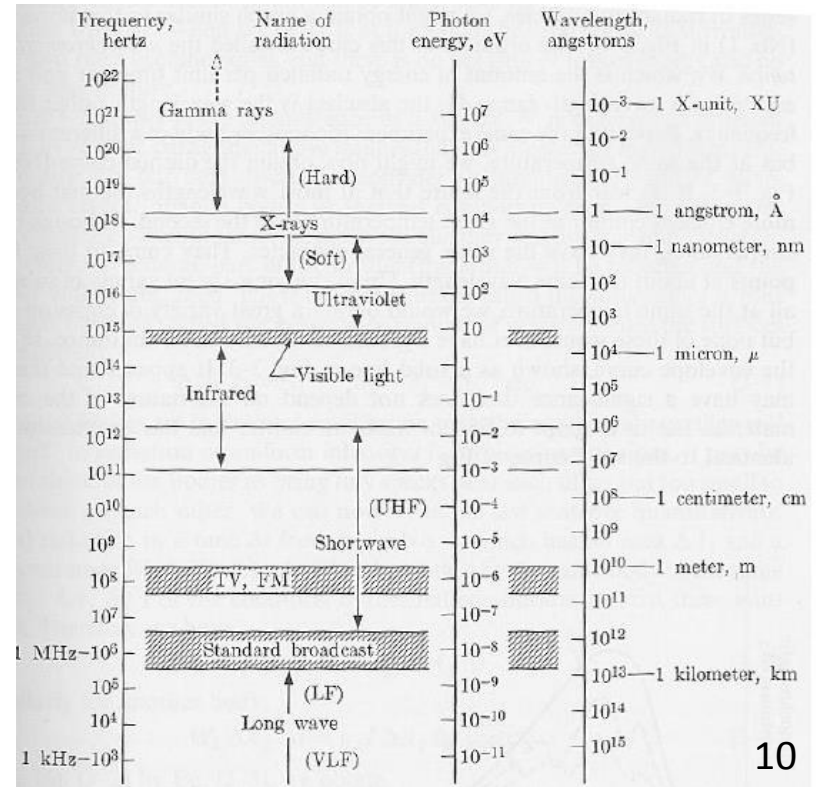
c : ταχύτητα των ΗΜ κυμάτων rad (ms^{-1})

$$\lambda = c/\nu \text{ and } c\lambda = c/\nu$$

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

ταχύτητα διάδοσης $c = 2,997925 \times 10^{10}$ cm/s

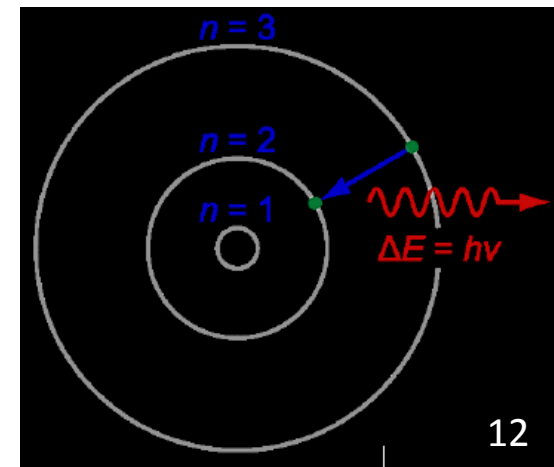
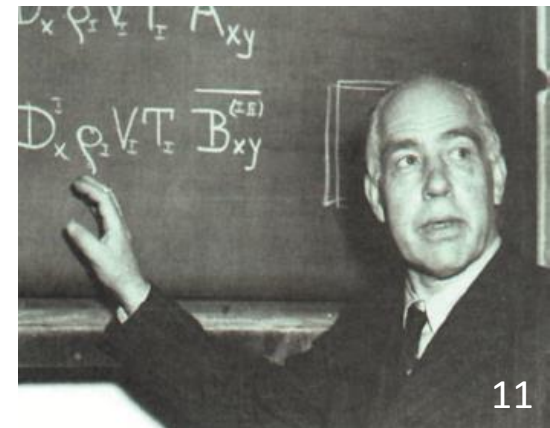
$$c = \lambda \nu$$



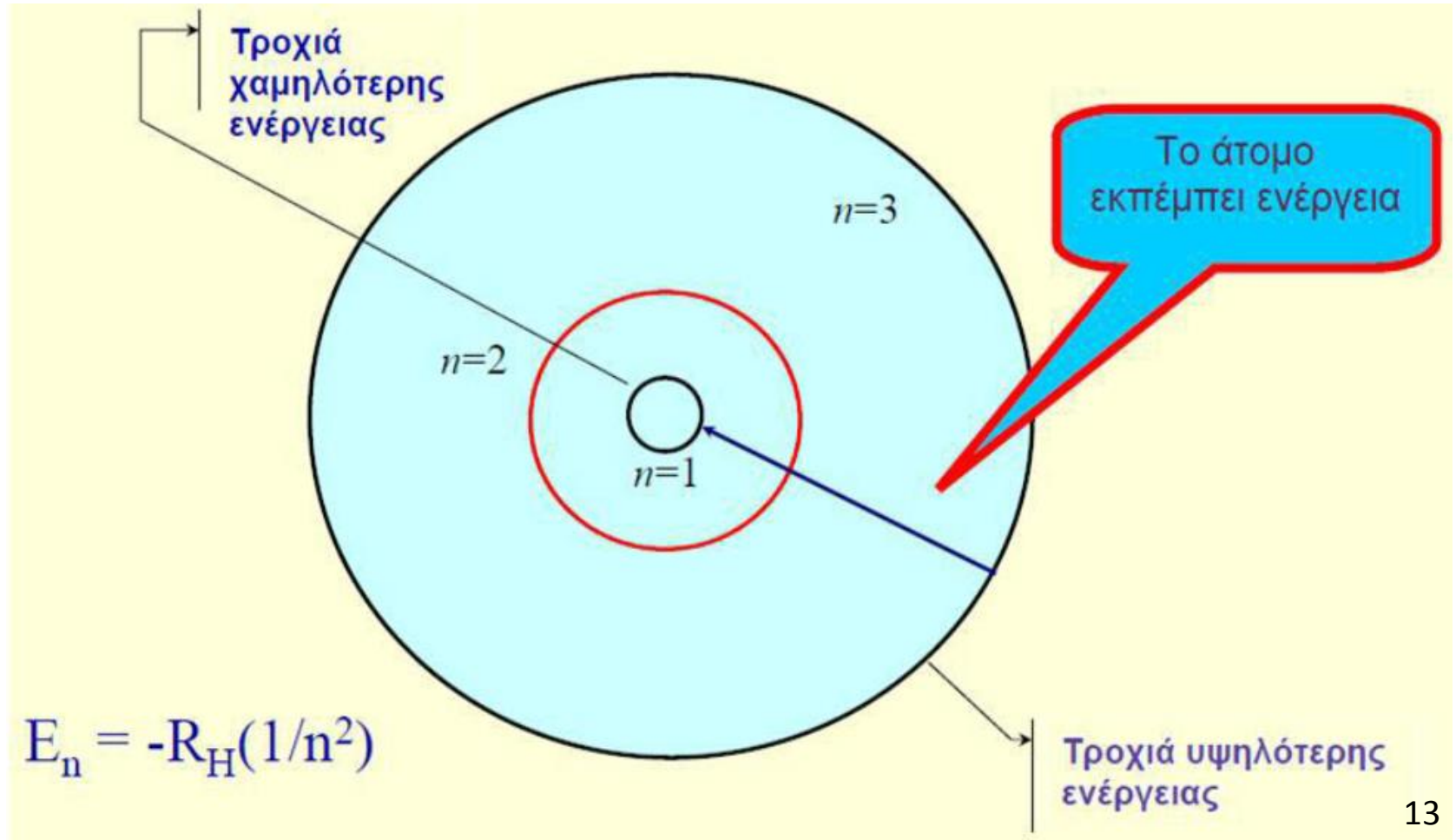
10

Ατομικό πρότυπο του Bohr (1913)

1. Αποδέχτηκε το πυρηνικό πρότυπο του Rutherford.
2. Αποδέχτηκε ότι η **ενέργεια είναι κβαντισμένη ($h\nu$)**.
3. Αποδέχτηκε ότι **το ηλεκτρόνιο διαγράφει κυκλική τροχιά**.
4. Αποδέχτηκε ότι η **στροφορμή είναι κβαντισμένη**.
5. Αποδέχτηκε ότι **ακτινοβολία** εκπέμπεται ή απορροφάται μόνο όταν το ηλεκτρόνιο **μεταπίπτει** από μία τροχιά σε άλλη.
6. Η εκπεμπόμενη ή απορροφούμενη **ενέργεια** αντιστοιχεί στη διαφορά ενέργειας μεταξύ της αρχικής και της τελικής κατάστασης.
Απορρίφθηκε η θεωρία ότι το ηλεκτρόνιο πρέπει να εκπέμπει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.



Ατομικό πρότυπο του Bohr



Ατομικό πρότυπο του Bohr

Άτομο του H

- Θεμελιώδης κατάσταση: η χαμηλότερη ενεργειακή κατάσταση, δηλ. $n = 1$
- 1η διεγερμένη κατάσταση: η πρώτη μετά τη θεμελιώδη, δηλ. $n = 2$
- 2η διεγερμένη κατάσταση: η επόμενη, κ.ο.κ.

Η θεωρία του Bohr εξήγησε το φάσμα εκπομπής του υδρογόνου



(λ , μήκος κύματος)

Φάσμα εκπομπής του H



Ατομικά τροχιακά

- Τα τροχιακά ένας συνδιασμένος τρόπος κατανομής των ηλεκτρονίων: συνδυασμός της ενέργειας (κύματος) και της πιθανότητας (του σωματιδίου να βρεθεί σε δεδομένη θέση).
 - Ονομάζονται: τροχιακά **s** (sharp), **p** (principal - κύριο), **d** (diffuse - διάχυτο), και **f** (fundamental - θεμελιώδεις).
 - Με την αύξηση του ατομικού αριθμού, κάθε νέο στοιχείο έχει ένα επιπλέον ηλεκτρόνιο στο ηλεκτρονιακό του νέφος.
 - Από τη θεωρία και τα πειράματα γνωρίζουμε ότι, τα ηλεκτρόνια προστίθενται με συστηματικό τρόπο, όπου πρώτα συμπληρώνονται τα τροχιακά χαμηλότερης ενέργειας.
 - Η διαδικασία αυτή ονομάζεται «δομή πλήρωσης aufbau» :
- $1s \rightarrow 2s \rightarrow 2p \rightarrow 3s \rightarrow 3p \rightarrow 4s \rightarrow 3d \rightarrow 4p \rightarrow 5s, \text{ etc. .}$



Ατομικά τροχιακά

- Τα ατομικά τροχιακά είναι συναρτήσεις των θέσεων του ηλεκτρονίου και όταν δεν υπάρχει ηλεκτρόνιο, αυτά υπάρχουν δυνητικά.
- Περιγράφονται πλήρως από τους **3 κβαντικούς αριθμούς, n , l , m_l** , και ανάλογα με τις τιμές αυτών ταξινομούνται ως εξής:
 - τα ατομικά τροχιακά που έχουν τον **ίδιο κβαντικό αριθμό n** αποτελούν **στιβάδα**,
 - τα ατομικά τροχιακά που έχουν τον **ίδιο n** και τον **ίδιο l** αποτελούν **υποστιβάδα**. Ο αριθμός των ατομικών τροχιακών που έχουν τον ίδιο κύριο κβαντικό αριθμό n ισούται με n^2 . Ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων που μπορεί να υπάρχει σε κάθε στιβάδα ισούται με $2n^2$.



ΕΠΙΤΡΕΠΤΕΣ ΤΙΜΕΣ ΚΒΑΝΤΙΚΩΝ ΑΡΙΘΜΩΝ ΚΑΙ ΑΤΟΜΙΚΑ ΤΡΟΧΙΑΚΑ

n	ℓ	Υποφλοιός	m_ℓ	Αριθμός τροχιακών σε έναν υποφλοιό	Συνολικός αριθμός τροχιακών σε έναν φλοιό
1	0	1s	0	1	1
2	0	2s	0	1	4
2	1	2p	-1, 0, +1	3	
3	0	3s	0	1	9
3	1	3p	-1, 0, +1	3	
3	2	3d	-2, -1, 0, +1, +2	5	
4	0	4s	0	1	16
4	1	4p	-1, 0, +1	3	
4	2	4d	-2, -1, 0, +1, +2	5	
4	3	4f	-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3	7	

Στιβάδα

Υποστιβάδα

15



Περιοδικότητα

- Όταν τα στοιχεία κατατάσσονται κατά σειρά αυξανόμενου **ατομικού αριθμού**, τότε εμφανίζεται περιοδικά επανάληψη των φυσικών και χημικών τους ιδιοτήτων.
- **Οριζόντιες σειρές : περίοδοι**
 - Υπάρχουν 7 περίοδοι στον Π.Π.
- **Κάθετες στήλες : ομάδες (ή οικογένειες)**
 - Υπάρχουν 18 ομάδες στον Π.Π.
 - Τα στοιχεία μίας ομάδας εμφανίζουν παρόμοιες φυσικές και χημικές ιδιότητες.
- **Ηλεκτρόνια σθένους**
 - Τα ηλεκτρόνια στη στάθμη με τον μεγαλύτερο κύριο κβαντικό αριθμό.
 - Καθορίζουν τις χημικές ιδιότητες των στοιχείων.



Ηλεκτρονική απεικόνιση

Z			Z		
1	H	$1s^1$	20	Ca	$[\text{Ar}]4s^2$
2	He	$1s^2$	21	Sc	$[\text{Ar}]4s^2 3d^1$
3	Li	$[\text{He}]2s^1$	22	Ti	$[\text{Ar}]4s^2 3d^2$
4	Be	$[\text{He}]2s^2$	23	V	$[\text{Ar}]4s^2 3d^3$
5	B	$[\text{He}]2s^2 2p^1$	24	Cr	$[\text{Ar}]4s^1 3d^5$
6	C	$[\text{He}]2s^2 2p^2$	25	Mn	$[\text{Ar}]4s^2 3d^5$
7	N	$[\text{He}]2s^2 2p^3$	26	Fe	$[\text{Ar}]4s^2 3d^6$
8	O	$[\text{He}]2s^2 2p^4$	27	Co	$[\text{Ar}]4s^2 3d^7$
9	F	$[\text{He}]2s^2 2p^5$	28	Ni	$[\text{Ar}]4s^2 3d^8$
10	Ne	$[\text{He}]2s^2 2p^6$	29	Cu	$[\text{Ar}]4s^1 3d^{10}$
11	Na	$[\text{Ne}]3s^1$	38	Zn	$[\text{Ar}]4s^2 3d^{10}$
12	Mg	$[\text{Ne}]3s^2$	31	Ga	$[\text{Ar}]4s^2 3d^{10} 4p^1$
13	Al	$[\text{Ne}]3s^2 3p^1$	32	Ge	$[\text{Ar}]4s^2 3d^{10} 4p^2$
14	Si	$[\text{Ne}]3s^2 3p^2$	33	As	$[\text{Ar}]4s^2 3d^{10} 4p^3$
15	P	$[\text{Ne}]3s^2 3p^3$	34	Se	$[\text{Ar}]4s^2 3d^{10} 4p^4$
16	S	$[\text{Ne}]3s^2 3p^4$	35	Br	$[\text{Ar}]4s^2 3d^{10} 4p^5$
17	Cl	$[\text{Ne}]3s^2 3p^5$	36	Kr	$[\text{Ar}]4s^2 3d^{10} 4p^6$
18	Ar	$[\text{Ne}]3s^2 3p^6$	37	Rb	$[\text{Kr}]5s^1$
19	K	$[\text{Ar}]4s^1$	38	Sr	$[\text{Kr}]5s^2$



Ομαδοποίηση στοιχείων με βάση την ηλεκτρονική δομή τους (ηλεκτρόνια εξωτερικής στοιβάδας)

1s										1s
2s								2p		
3s								3p		
4s				3d				4p		
5s				4d				5p		
6s	*			5d				6p		
7s	**			6d						
x					4f					
xx					5f					

17



Ομαδοποίηση Στοιχείων

Ομάδα Α:

Ομάδα IA - +1 σθένος – Αλκάλια μέταλλα, εκτός Υδρογόνου

Ομάδα IIA - +2 σθένος – Αλκαλικές γαίες μέταλλα

Ομάδα VIIA - : 5 e σε p-τροχιακά και 2 σε s-τροχιακά

– Στη φύση τα στοιχεία αυτά (+7 σθένος) προσλαμβάνουν 1 e και σχηματίζουν τελικά σθένος -1.

Ομάδα VIIIA– Ευγενή αέρια – σθένος = 0 - όλα τα τροχιακά είναι συμπληρωμένα

Ομάδα Β:

- **Μέταλλα μετάπτωσης** (στοιχεία d – τομέα)

- **Λανθανίδες & Ακτινίδες** (Εσωτερικά Στοιχεία Μετάπτωσης, f – τομέα)



Ιδιότητες που οφείλονται στην ηλεκτρονική δομή της εξωτερικής στιβάδας

- **Δυναμικό ιονισμού (Ionization potential)** → ενέργεια που απαιτείται για την απομάκρυνση ενός εξωτερικού ηλεκτρονίου από ένα άτομο.
- **Ηλεκτρονιακή συγγένεια (Electron affinity)** → η ενέργεια που απελευθερώνεται όταν ένα ηλεκτρόνιο προσλαμβάνεται από ένα άτομο.
- **Ηλεκτραρνητικότητα (Electronegativity)** → ικανότητα ενός ατόμου σε ένα μόριο να έλκει προς το μέρος του ηλεκτρόνια ονομάζεται ηλεκτραρνητικότητα.



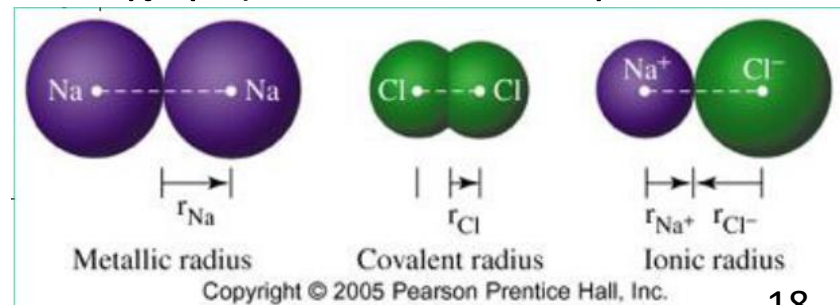
Ατομική ακτίνα

Η απόσταση από το κέντρο του πυρήνα μέχρι το όριο της ηλεκτρονικής πυκνότητας.

Ομοιοπολική ακτίνα: το ήμισυ της απόστασης μεταξύ των πυρήνων δύο ατόμων του ιδίου στοιχείου, ενωμένων με απλό δεσμό.

Μεταλλική ακτίνα: το ήμισυ της απόστασης μεταξύ των πυρήνων δύο γειτονικών ατόμων στο μεταλλικό πλέγμα.

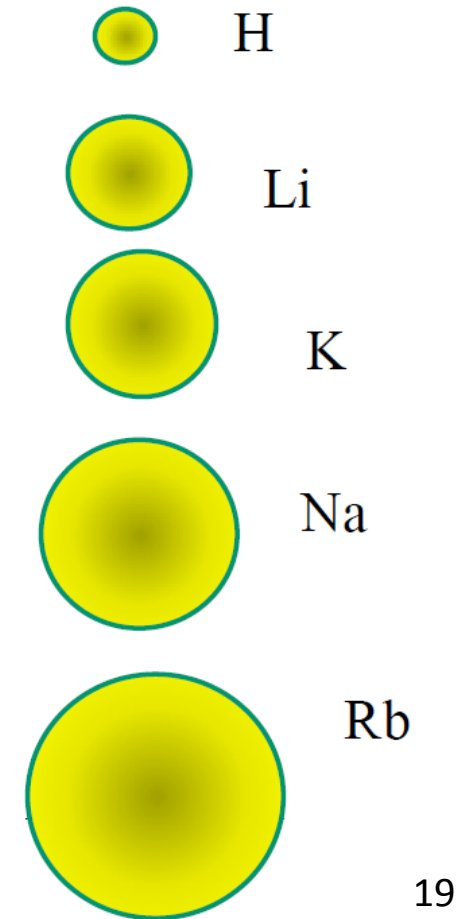
Ακτίνα van der Waals: το ήμισυ της απόστασης μεταξύ των πυρήνων δύο ατόμων του ιδίου στοιχείου, που εφάπτονται χωρίς να συνδέονται με ομοιοπολικό δεσμό.



Ατομική ακτίνα

Η ατομική ακτίνα αυξάνεται:

- Από πάνω προς τα κάτω μέσα σε μία ομάδα (αύξηση του ατομικού αριθμού).
- Όπως κατεβαίνουμε στην ομάδα, σε κάθε περίοδο, έχει προστεθεί μία στιβάδα, άρα τα άτομα γίνονται μεγαλύτερα σε μέγεθος.



Ατομική ακτίνα

- **Η ατομική ακτίνα μειώνεται**
 - από αριστερά προς τα δεξιά μέσα σε μία περίοδο.
- **Κατά μήκος μίας περιόδου**
 - τα ηλεκτρόνια προστίθενται στην ίδια (υπο)στιβάδα.
 - το πυρηνικό φορτίο αυξάνει.
 - τα ηλεκτρόνια έλκονται ισχυρότερα από τον πυρήνα.





This dataset uses colours derived from those of the plastic spacefilling models developed by Corey, Pauling and Koltun ("CPK"). The atomic radii data are taken from an empirical system of unified atomic-ionic radii, which is suitable for describing anion-cation contacts in ionic structures. Calculated data (Clementi et al., 1963) have been used for: He, Ne, Ar, Kr, Xe, At and Rn.

References: J C Slater (1964) Journal of Chemical Physics 41:3199-
J C Slater (1965) Quantum Theory of Molecules and Solids. Symmetry and Bonds in Crystals Vol 2. McGraw-Hill, NY.
Clementi E, Raimondi DL, Reinhardt WP (1963) Journal of Chemical Physics 38:2686-



ΔΡΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ

Τα άτομα προσπαθούν να αποκτήσουν δομή ευγενούς αερίου, δηλαδή συμπληρωμένη στιβάδα σθένους.

- H, Li και Be \rightarrow [He]
- υπόλοιπα στοιχεία \rightarrow 8 ηλεκτρόνια στη στιβάδα σθένους
 - ΚΑΝΟΝΑΣ ΤΗΣ ΟΚΤΑΔΑΣ

Τα μέταλλα δίνουν ηλεκτρόνια \rightarrow **ΚΑΤΙΟΝΤΑ**

Τα αμέταλλα προσλαμβάνουν ηλεκτρόνια \rightarrow **ΑΝΙΟΝΤΑ**



αύξηση του δυναμικού ιονισμού ελάττωση της ατομικής ακτίνας



αύξηση του δυναμικού ιονισμού
ελάττωση της ατομικής ακτίνας



period	group 1*	2											13	14	15	16	17	18																																																						
	Ia**	IIa											IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	0																																																						
1	H																	He																																																						
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne																																																						
3	Na	Mg	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	VIIIb		Ib	IIb	Al	Si	P	S	Cl	Ar																																																							
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr																																																						
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe																																																						
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn																																																						
7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	(Uub)	(Uut)	(Uuq)	(Uup)	(Uuh)																																																								
			<table border="1"> <tr> <td>58</td><td>59</td><td>60</td><td>61</td><td>62</td><td>63</td><td>64</td><td>65</td><td>66</td><td>67</td><td>68</td><td>69</td><td>70</td><td>71</td> </tr> <tr> <td>Ce</td><td>Pr</td><td>Nd</td><td>Pm</td><td>Sm</td><td>Eu</td><td>Gd</td><td>Tb</td><td>Dy</td><td>Ho</td><td>Er</td><td>Tm</td><td>Yb</td><td>Lu</td> </tr> <tr> <td>90</td><td>91</td><td>92</td><td>93</td><td>94</td><td>95</td><td>96</td><td>97</td><td>98</td><td>99</td><td>100</td><td>101</td><td>102</td><td>103</td> </tr> <tr> <td>Th</td><td>Pa</td><td>U</td><td>Np</td><td>Pu</td><td>Am</td><td>Cm</td><td>Bk</td><td>Cf</td><td>Es</td><td>Fm</td><td>Md</td><td>No</td><td>Lr</td> </tr> </table>														58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71																																																											
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu																																																											
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103																																																											
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr																																																											

Αύξηση του ατομικού αριθμού



αύξηση του ατομικού αριθμού

8-31



αύξηση της ηλεκτραρνητικότητας



αύξηση της ηλεκτραρνητικότητας



period	group 1* Ia**	2 IIa	3 IIIb	4 IVb	5 Vb	6 VIb	7 VIIb	8 VIIIb	9	10	11 Ib	12 IIb	13 IIIa	14 IVa	15 Va	16 VIa	17 VIIa	18 0
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	(Uub)	(Uut)	(Uuq)	(Uup)	(Uuh)		
				58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	
				90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr	

22

- τα **μέταλλα** είναι δότες ηλεκτρονίων (μικρές τιμές ηλεκτραρνητικότητας)
- τα **αμέταλλα** είναι δέκτες ηλεκτρονίων (μεγάλες τιμές ηλεκτραρνητικότητας).



Ηλεκτραρνητικότητα & είδος χημικού δεσμού

- Ο δεσμός μεταξύ ατόμων με μεγάλη **διαφορά ηλεκτραρνητικότητας** είναι **ιοντικός**.
- Ο δεσμός στα διατομικά στοιχεία είναι 100% ομοιοπολικός
- Ισχύς του χημικού δεσμού αυξάνει:
 - Ομοιοπολικό → Ιοντικό → Μεταλλικό
 - επηρεάζει τις φυσικές ιδιότητες του ορυκτού: σκληρότητα, σημείο τήξης, διαλυτότητα)



ΜΕΤΑΛΛΑ, ΑΜΕΤΑΛΛΑ ΚΑΙ ΜΕΤΑΛΛΟΕΙΔΗ

Main-Group Elements s Subshell fills

Main-Group Elements p Subshell fills

1 — Atomic number
H — Symbol
1s¹ — Valence-shell configuration

Period	1 IA	2 IIA	Transition Metals d Subshell fills										13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA																
1	1 H 1s ¹																		2 He 1s ²															
2	3 Li 2s ¹	4 Be 2s ²											5 B 2s ² 2p ¹	6 C 2s ² 2p ²	7 N 2s ² 2p ³	8 O 2s ² 2p ⁴	9 F 2s ² 2p ⁵	10 Ne 2s ² 2p ⁶																
3	11 Na 3s ¹	12 Mg 3s ²	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 VIII B	9 VIII B	10 VIII B	11 IB	12 IIB	13 Al 3s ² 3p ¹	14 Si 3s ² 3p ²	15 P 3s ² 3p ³	16 S 3s ² 3p ⁴	17 Cl 3s ² 3p ⁵	18 Ar 3s ² 3p ⁶																
4	19 K 4s ¹	20 Ca 4s ²	21 Sc 3d ¹ 4s ²	22 Ti 3d ² 4s ²	23 V 3d ³ 4s ²	24 Cr 3d ⁵ 4s ¹	25 Mn 3d ⁵ 4s ²	26 Fe 3d ⁶ 4s ²	27 Co 3d ⁷ 4s ²	28 Ni 3d ⁸ 4s ²	29 Cu 3d ¹⁰ 4s ¹	30 Zn 3d ¹⁰ 4s ²	31 Ga 4s ² 4p ¹	32 Ge 4s ² 4p ²	33 As 4s ² 4p ³	34 Se 4s ² 4p ⁴	35 Br 4s ² 4p ⁵	36 Kr 4s ² 4p ⁶																
5	37 Rb 5s ¹	38 Sr 5s ²	39 Y 4d ¹ 5s ²	40 Zr 4d ² 5s ²	41 Nb 4d ⁴ 5s ¹	42 Mo 4d ⁵ 5s ¹	43 Tc 4d ⁵ 5s ²	44 Ru 4d ⁷ 5s ¹	45 Rh 4d ⁸ 5s ¹	46 Pd 4d ¹⁰	47 Ag 4d ¹⁰ 5s ¹	48 Cd 4d ¹⁰ 5s ²	49 In 5s ² 5p ¹	50 Sn 5s ² 5p ²	51 Sb 5s ² 5p ³	52 Te 5s ² 5p ⁴	53 I 5s ² 5p ⁵	54 Xe 5s ² 5p ⁶																
6	55 Cs 6s ¹	56 Ba 6s ²	57 La* 5d ¹ 6s ²	58 Ce 5d ¹ 6s ²	59 Pr 5d ¹ 6s ²	60 Nd 5d ¹ 6s ²	61 Pm 5d ¹ 6s ²	62 Sm 5d ¹ 6s ²	63 Eu 5d ¹ 6s ²	64 Gd 5d ¹ 6s ²	65 Tb 5d ¹ 6s ²	66 Dy 5d ¹ 6s ²	67 Ho 5d ¹ 6s ²	68 Er 5d ¹ 6s ²	69 Tm 5d ¹ 6s ²	70 Yb 5d ¹ 6s ²	71 Lu 5d ¹ 6s ²	72 Hf 5d ² 6s ²	73 Ta 5d ³ 6s ²	74 W 5d ⁴ 6s ²	75 Re 5d ⁵ 6s ²	76 Os 5d ⁶ 6s ²	77 Ir 5d ⁷ 6s ²	78 Pt 5d ⁹ 6s ¹	79 Au 5d ¹⁰ 6s ¹	80 Hg 5d ¹⁰ 6s ²	81 Tl 6s ² 6p ¹	82 Pb 6s ² 6p ²	83 Bi 6s ² 6p ³	84 Po 6s ² 6p ⁴	85 At 6s ² 6p ⁵	86 Rn 6s ² 6p ⁶		
7	87 Fr 7s ¹	88 Ra 7s ²	89 Ac** 6d ¹ 7s ²	90 Th 6d ² 7s ²	91 Pa 5f ² 6d ¹ 7s ²	92 U 5f ³ 6d ¹ 7s ²	93 Np 5f ⁴ 6d ¹ 7s ²	94 Pu 5f ⁶ 7s ²	95 Am 5f ⁷ 7s ²	96 Cm 5f ⁷ 7s ²	97 Bk 5f ⁹ 7s ²	98 Cf 5f ¹⁰ 7s ²	99 Es 5f ¹¹ 7s ²	100 Fm 5f ¹² 7s ²	101 Md 5f ¹³ 7s ²	102 No 5f ¹⁴ 7s ²	103 Lr 5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ²																	
			Inner-Transition Metals f Subshell fills																															
			*Lanthanides																															
			**Actinides																															

Legend:
 Metal
 Metalloid
 Nonmetal



ΜΕΤΑΛΛΑ

- **Μεταλλική λάμψη**
- Όλκιμα
- Ελατά
- Θερμική αγωγιμότητα
- Καλή ηλεκτρική αγωγιμότητα (ελαττώνεται με αύξηση θερμ.)
- **Κρυσταλλικά στερεά στη θερμοκρασία περιβάλλοντος**
- Εξαίρεση: $Hg_{(l)}$
- **Ιοντικές ενώσεις**
- **Σύμπλοκες ενώσεις**
- Ο μεταλλικός χαρακτήρας μειώνεται κατά μήκος μίας περιόδου, ενώ αυξάνεται από πάνω προς τα κάτω σε μία ομάδα



Φωτ. 1. Μεταλλικό ορυκτό:
Σιδηροπυρίτης (Pyrite) - FeS_2

ΑΜΕΤΑΛΛΑ

- Μονωτές
 - Στη θερμοκρασία περιβάλλοντος άλλα είναι στερεά και άλλα είναι αέρια
- Εξαίρεση: Br_2 (l)
- **Ομοιοπολικές ενώσεις**



26



ΜΕΤΑΛΛΟΕΙΔΗ

- Ιδιότητες και χαρακτηριστικά τόσο των μετάλλων, όσο και των αμετάλλων.
- Ημιαγωγοί
Ο πιο γνωστός: **Si**



27



Σύσταση του στερεού φλοιού της Γης

Copyright © McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Table 2.1

Crustal Abundance of Elements

Element	Symbol	Percentage by Weight	Percentage by Volume	Percentage of Atoms
Oxygen	O	46.6	93.8	60.5
Silicon	Si	27.7	0.9	20.5
Aluminum	Al	8.1	0.8	6.2
Iron	Fe	5.0	0.5	1.9
Calcium	Ca	3.6	1.0	1.9
Sodium	Na	2.8	1.2	2.5
Potassium	K	2.6	1.5	1.8
Magnesium	Mg	2.1	0.3	1.4
All other elements		1.5	—	

28



Ορυκτά

- Στα περισσότερα συνήθη ορυκτά, τα συστατικά τους συνδέονται με **ιοντικούς δεσμούς**:
 - **ανιόντα Οξυγόνου** συνδέονται με άλλα στοιχεία, τα οποία συμπεριφέρονται ως **κατιόντα**.
- Στις **πυριτικές ενώσεις** και στο SiO_2 οι δεσμοί **Si-O** ενδιάμεσοι μεταξύ **ιοντικού-ομοιοπολικού**.



Κύρια στοιχεία (major elements)

- **Κύρια στοιχεία:** 11 στοιχεία → από τα στοιχεία αυτά σχηματίζονται το 99% των πυριγενών πετρωμάτων
- **O, Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg, Mn, P, Ti**
- Από την σχετική αφθονία των κύριων στοιχείων προσδιορίζουμε τις αναλογίες των κύριων ορυκτών από τα οποία αποτελείται το πέτρωμα



Ιχνοστοιχεία (trace elements)

- **Ιχνοστοιχεία:** δεν υπάρχει αυστηρός ορισμός. Συνήθως η αφθονία τους είναι $< 0,1\%$ στην επί τις % κατά βάρος σύσταση των πετρωμάτων.



Πίνακας 1. Η σύσταση του στερεού φλοιού της Γης (McDonough & Sun, 1995)

H	100	Zn	55	Pr	0.25
Li	1.6	Ga	4	Nd	1.25
Be	0.07	Ge	1.1	Sm	0.41
B	0.3	As	0.05	Eu	0.15
C	120	Se	0.075	Gd	0.54
N	2	Br	0.05	Tb	0.1
O %	44	Rb	0.6	Dy	0.67
F		Sr	20	Ho	0.15
Na (%)	0.27	Y	4.3	Er	0.44
Mg (%)	22.8	Zr	10.5	Tm	0.068
Al (%)	2.35	Nb	0.66	Yb	0.44
Si (%)	21	Mo	0.05	Lu	0.068
P	90	Ru	0.005	Hf	0.28
S	250	Rh	0.001	Ta	0.037
Cl	17	Pd	0.004	W	0.029
K	240	Ag	0.008	Re	0.0003
Ca (%)	2.53	Cd	0.04	Os	0.003
Sc	16	In	0.01	Ir	0.003
Ti	1200	Sn	0.13	Pt	0.007
V	82	Sb	0.006	Au	0.001
Cr	2625	Te	0.012	Hg	0.01
Mn	1045	I	0.01	Tl	0.004
Fe (%)	6.26	Cs	0.021	Pb	0.15
Co	105	Ba	6.6	Bi	0.003
Ni	1960	La	0.65	Th	0.08
Cu	30	Ce	1.68	U	0.02

29



Κανόνες του Goldschmidt

Ένας βασικός παράγοντας που επηρεάζει την **κατανομή των διαφόρων στοιχείων** στα διάφορα πετρώματα, είναι οι υποκαταστάσεις στοιχείων στο κρυσταλλικό πλέγμα των ορυκτών.



Κανόνες του Goldschmidt

Κανόνες που διέπουν τις υποκαταστάσεις των ιόντων (ιχνοστοιχείων) στα ορυκτά, είναι οι εξής:

1. Οι **ακτίνες των δύο ιόντων** να διαφέρουν $< 15\%$
2. Η **διαφορά σθένους** να μην είναι μεγαλύτερη από **1** και με την προϋπόθεση ότι διατηρείται η ουδετερότητα φορτίου στο ορυκτό.
3. Ιόντα με **μεγαλύτερο ιοντικό δυναμικό** σχηματίζουν ισχυρότερους δεσμούς με τα ιόντα γύρω τους.
4. Ακόμα και αν οι προϋποθέσεις του μεγέθους και του φορτίου ικανοποιούνται, τα ιόντα θα πρέπει να έχουν **παρόμοιες ηλεκτραρνητικότητες**.



Βιβλιογραφικές αναφορές

- Σημειώσεις Ανόργανης Χημείας (1ου έτους)
- Γ. Πνευματικάκης, Χ. Μητσοπούλου, Κ. Μεθενίτης. 2006. Βασικές Αρχές Ανόργανης Χημείας. Εκδόσεις ΣΤΑΜΟΥΛΗ.
- Π. Μητρόπουλος & Α. Κελεπερτζής. 2012. Μαθήματα Γεωχημείας. Εκδόσεις ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ
- Κ. Misra. Introduction to Geochemistry. 2012. *WILEY-BLACKWELL*



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την 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.



Σημειώματα

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Χριστίνα Στουραΐτη 2015. Χριστίνα Στουραΐτη. «Γεωχημεία. Γεωχημικές διεργασίες στο εσωτερικό της γης». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://opencourses.uoa.gr/courses/GEOL2/>.



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 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-sa/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 όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.



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.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/5)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

Εικόνα 1: Atomic structure. Copyright quimica.wikia.com. Σύνδεσμος:
<http://quimica.wikia.com/wiki/Uranio>. Πηγή: <http://quimica.wikia.com>

Εικόνα 2: Σχέση της ηλεκτρονικής δομής των ατόμων των στοιχείων με τις ιδιότητές τους και με τη θέση τους στον περιοδικό πίνακα. Copyrighted.

Εικόνα 3: Atomic structure. Copyright pinterest.com. Σύνδεσμος:
<https://www.pinterest.com/gpickart/physical-science>. Πηγή:
<https://www.pinterest.com>

Εικόνα 4: Dmitri Mendeleev. Copyright Kiwi Web Chemistry New Zealand.
Σύνδεσμος: www.chemistry.co.nz. Πηγή:
<http://www.chemistry.co.nz/mendeleev.htm>



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/5)

Εικόνα 5: Henry Moseley. Copyright Wikimedia Commons. Σύνδεσμος:
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Henry_Moseley.jpg. Πηγή:
<http://commons.wikimedia.org>

Εικόνα 6: Periodic Table - Atomic Properties of the Elements. Copyright Wikimedia Commons. Σύνδεσμος: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Periodic_Table_-_Atomic_Properties_of_the_Elements.png. Πηγή: <http://commons.wikimedia.org>

Εικόνα 7: Δομή του ατόμου. Copyrighted.

Εικόνα 8: Carbon isotopes (12, 13, 14). Peter Bull, Copyrighted.

Εικόνες 9, 10: EM propagation and spectrum. Copyright University of Texas Arlington. Σύνδεσμος:
http://www.uta.edu/faculty/mattioli/geol_4063/lect_1_quantum_bohr_review.pdf.
Πηγή: www.uta.edu



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (3/5)

Εικόνα 11: Niels Bohr. Copyright what-when-how.com. Σύνδεσμος: <http://what-when-how.com/physicists/bohr-niels-henrik-david-physicist>. Πηγή: <http://what-when-how.com>

Εικόνα 12: Μετάπτωση ηλεκτρονίου και εκπομπή ακτινοβολίας κατά το Ατομικό πρότυπο του Bohr. Copyrighted

Εικόνα 14: Φάσμα εκπομπής του υδρογόνου. Copyrighted.

Εικόνα 16: Ηλεκτρονική απεικόνιση. Copyrighted

Εικόνα 17: Ομαδοποίηση στοιχείων με βάση την ηλεκτρονική δομή τους (ηλεκτρόνια εξωτερικής στοιβάδας). Copyrighted

Εικόνα 18: Atomic radius. Copyright Pearson Prentice Hall, Inc. Σύνδεσμος: http://wps.prenhall.com/esm_hillpetrucci_genchem_4/0,8603,1079855-,00.html. Πηγή: www.pearson.com

Εικόνα 19: Ατομική ακτίνα. Copyrighted



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (4/5)

Εικόνα 20: CPK Atomic-Ionic Radii. Copyright Crystal Maker Software. Σύνδεσμος: http://www.crystalmaker.com/support/tutorials/crystalmaker/atomic-radii/resources/CPK_Atomic_Ionic_Radii.jpg. Πηγή: <http://www.crystalmaker.com>

Εικόνες 21, 22: Periodic table of the elements. Copyrighted

Εικόνα 23: Periodic table. Copyright Atlassian. Σύνδεσμος: <https://wiki.brown.edu/confluence/display/CHEM/Periodic+table>. Πηγή: wiki.brown.edu

Εικόνα 24: Σιδηροπυρίτης (Pyrite). Copyright Wikipedia.org. Σύνδεσμος: <http://en.wikipedia.org/wiki/Pyrite>. Πηγή: en.wikipedia.org

Εικόνα 25: Nonmetals. Copyright Bridal Association of America. Σύνδεσμος: <http://www.bridalassociationofamerica.com/clipart/rings/>. Πηγή: www.bridalassociationofamerica.com



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (5/5)

Εικόνα 26: The Sulphur (S). Copyright ThePeriodicElements. Σύνδεσμος:
<http://www.theperiodicelements.com/elements/view/S/index.html>. Πηγή:
www.theperiodicelements.com

Εικόνα 27: The Silicon (Si). Copyright The University of Sheffield. Σύνδεσμος:
http://www.webelements.co.uk/_media/elements/element_pictures/Si.jpg. Πηγή:
www.webelements.co.uk

Εικόνα 28: Crustal Abundance of Elements. Copyright McGraw-Hill Companies, Inc.

