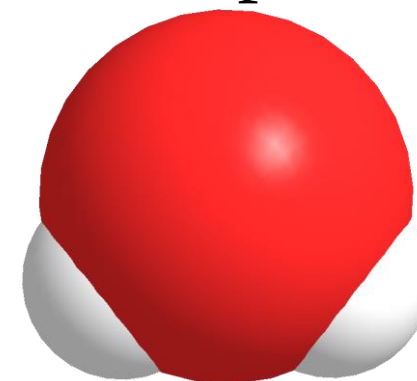
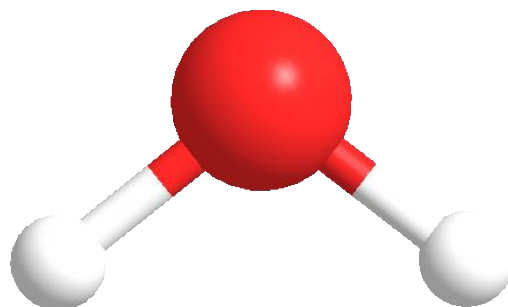
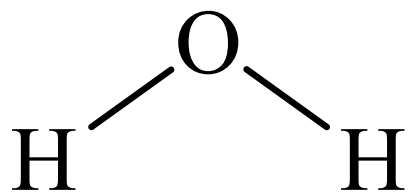


Γενική Χημεία



- Γιατί το **νερό** είναι **υγρό** στις συνηθισμένες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης;
- H_2O (γραμμομοριακή μάζα (molar mass), $\mathcal{M} = 18 \text{ g/mol}$, bp: 100°C)



- CH_4 ($\mathcal{M} = 16 \text{ g/mol}$, bp: $-161,5^\circ\text{C}$)
- O_2 ($\mathcal{M} = 32 \text{ g/mol}$, bp: $-183,0^\circ\text{C}$)
- N_2 ($\mathcal{M} = 28 \text{ g/mol}$, bp: $-195,8^\circ\text{C}$)
- CO_2 ($\mathcal{M} = 44 \text{ g/mol}$, bp: $-78,5^\circ\text{C}$)

3

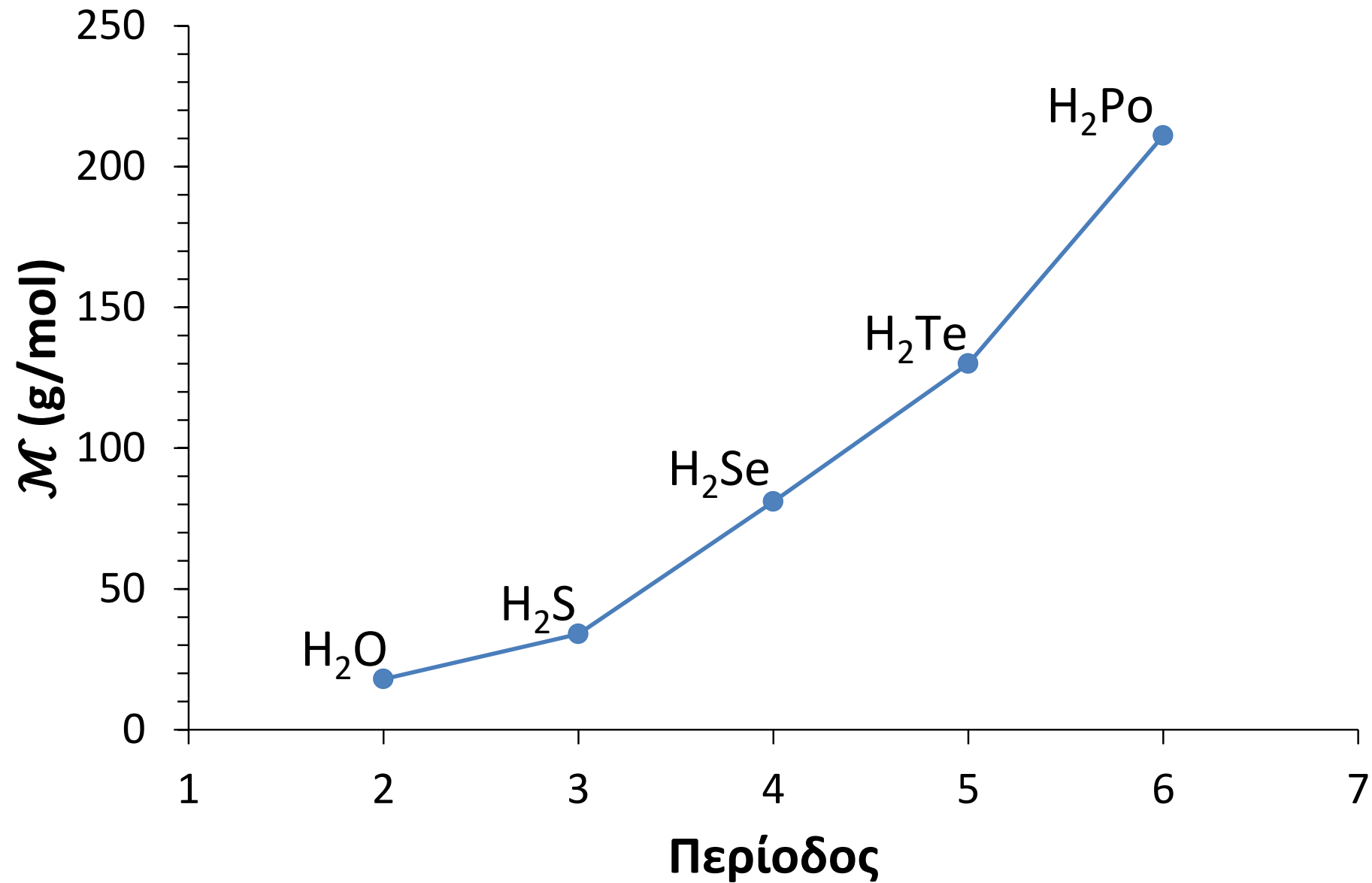
**Ακτινίδες

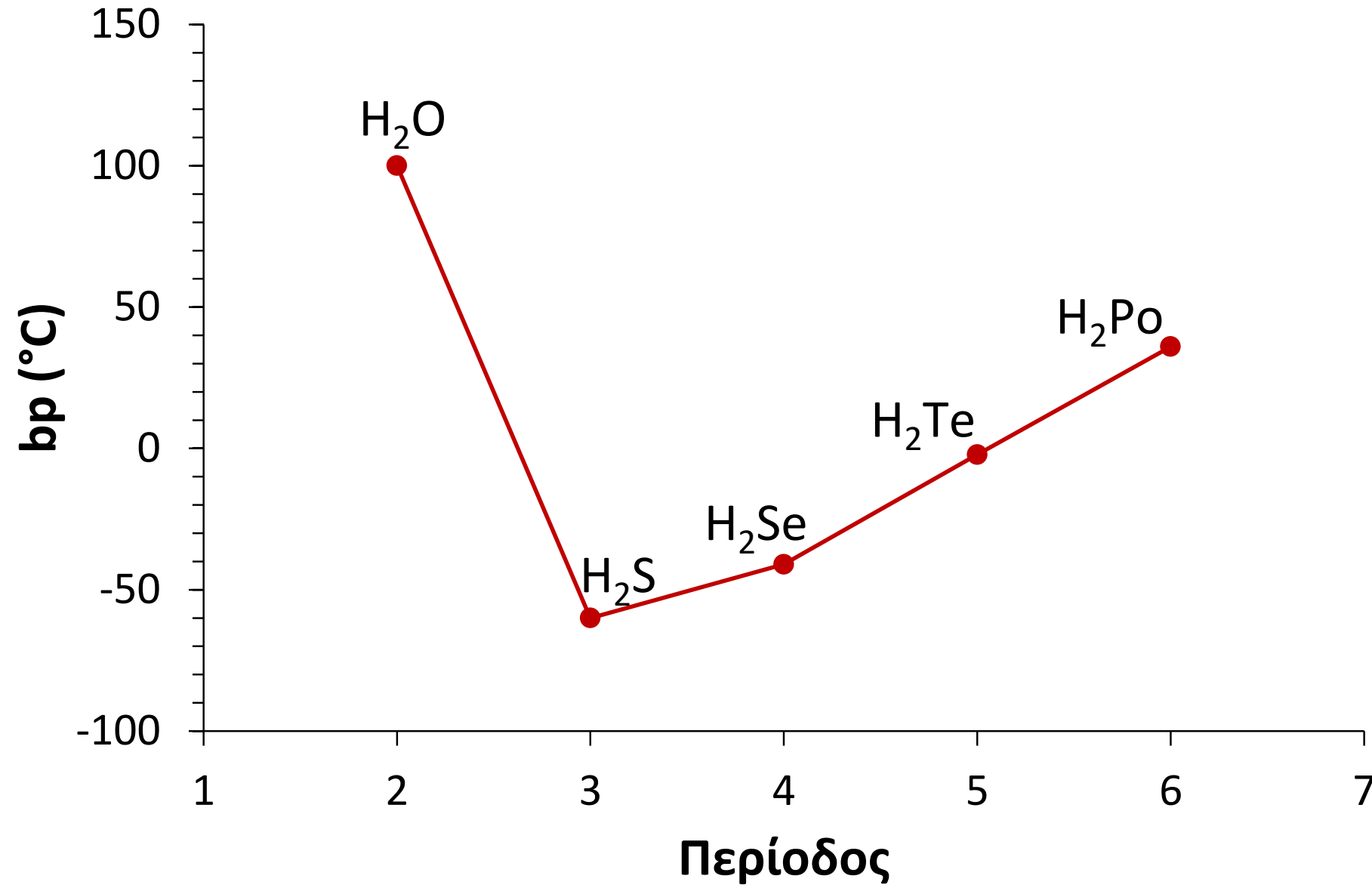
4

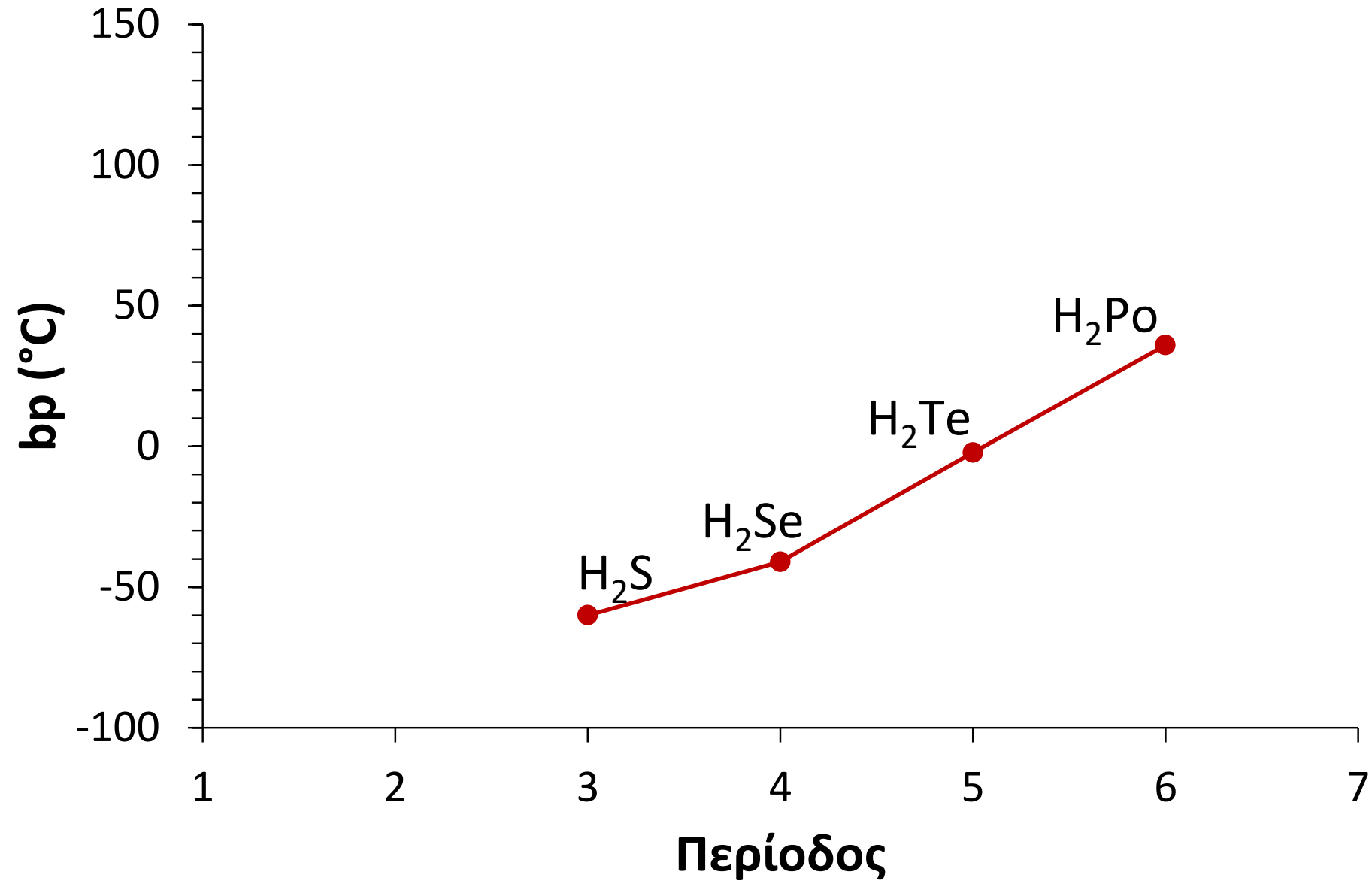


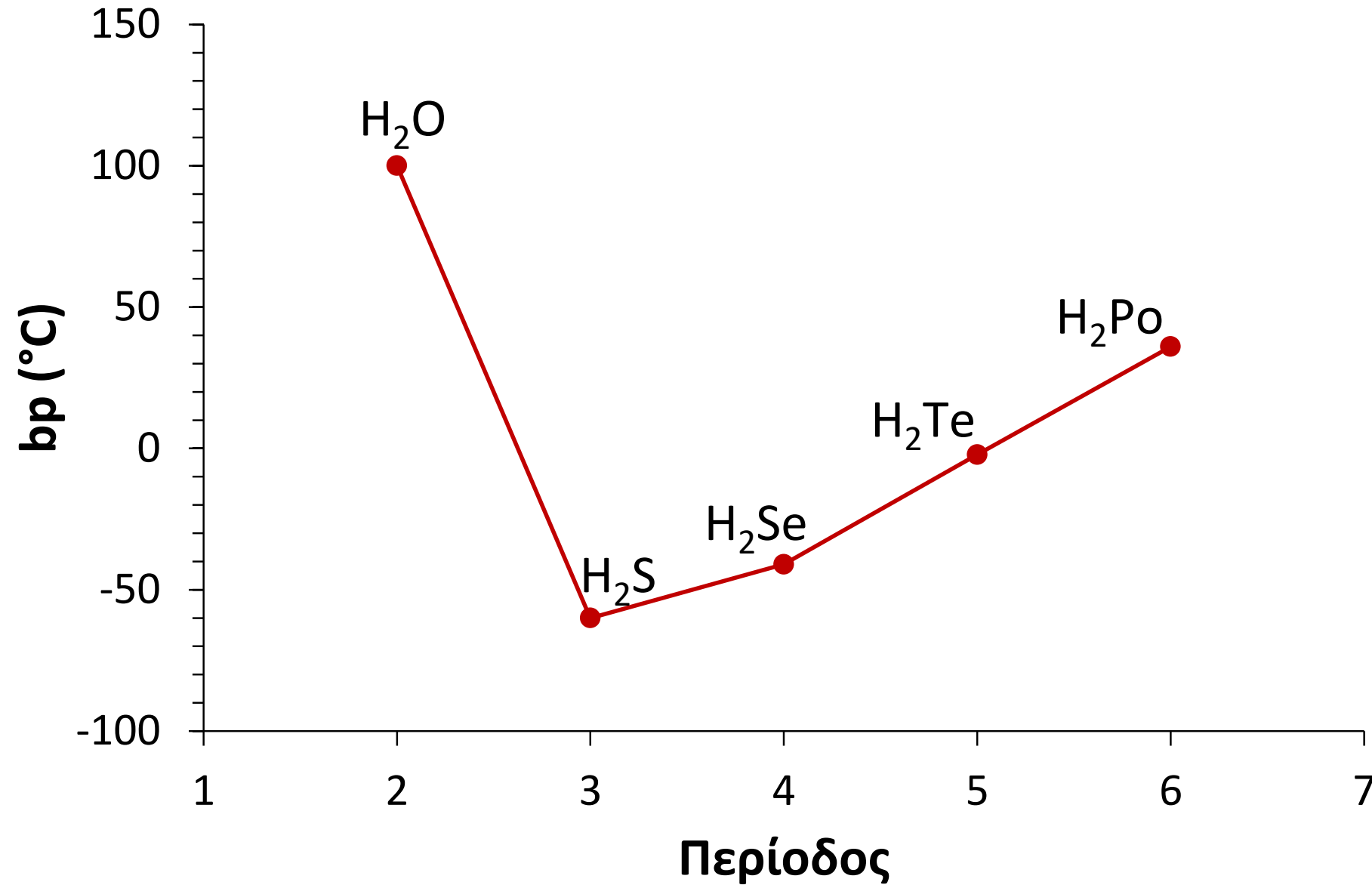
- Σημεία ζέσεως των ενώσεων των στοιχείων της VI_A ομάδας με το υδρογόνο: H₂O, H₂S, H₂Se, H₂Te, H₂Po

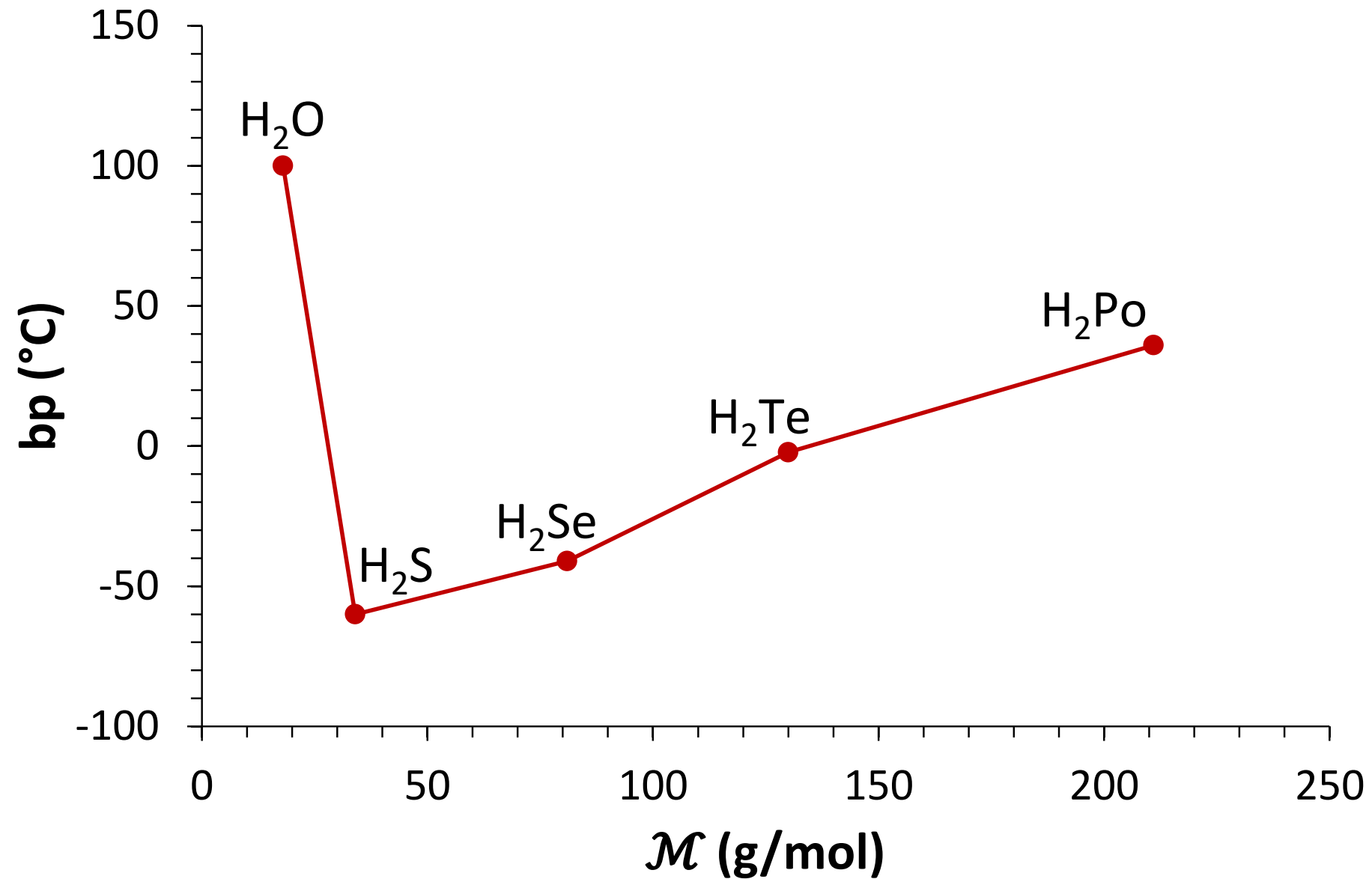
Ένωση	Περίοδος	$\mathcal{M}$ (g/mol)	bp (°C)
H ₂ O	2	18	100
H ₂ S	3	34	-60
H ₂ Se	4	81	-41
H ₂ Te	5	130	-2,2
H ₂ Po	6	211	36

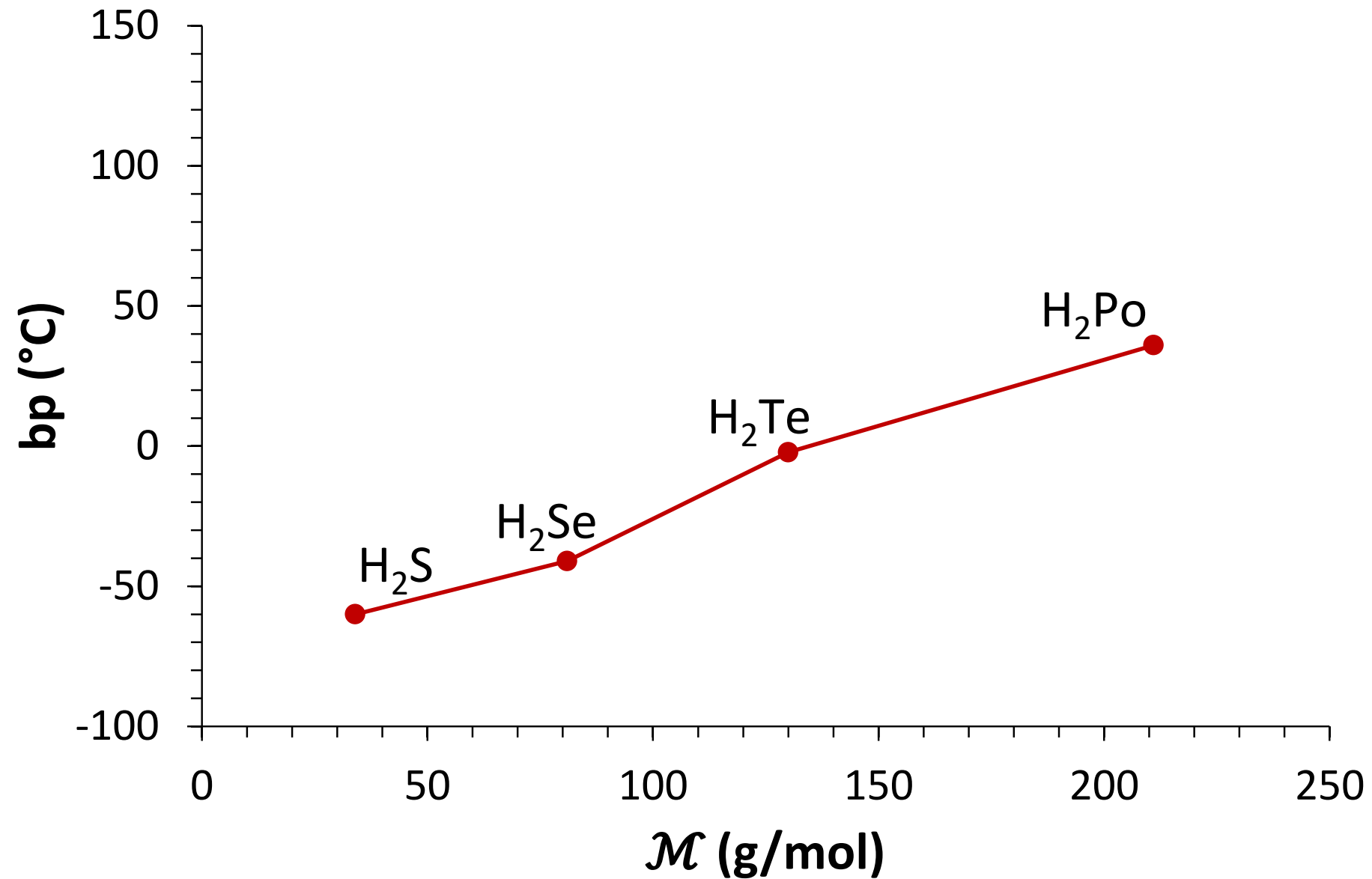


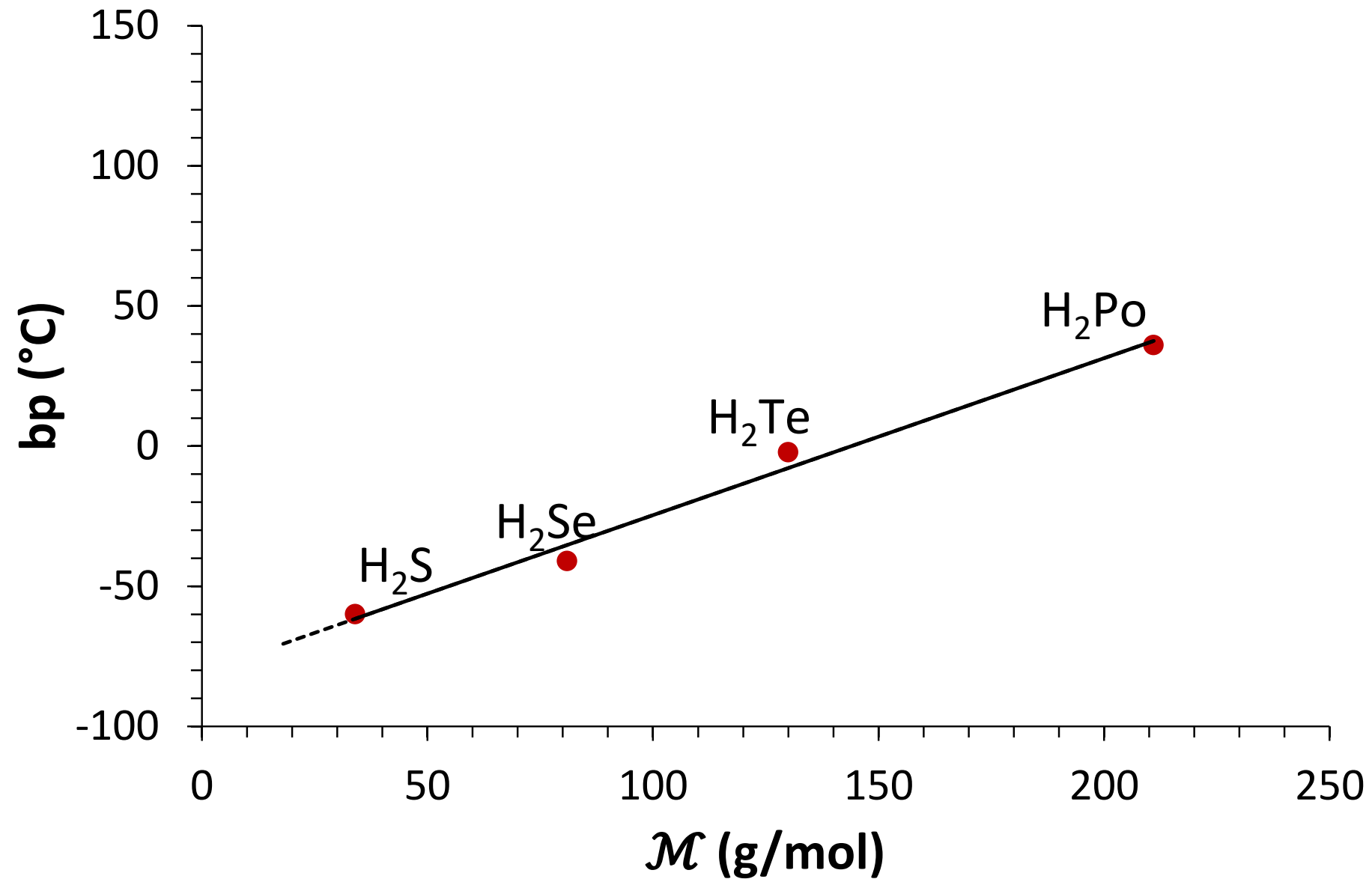


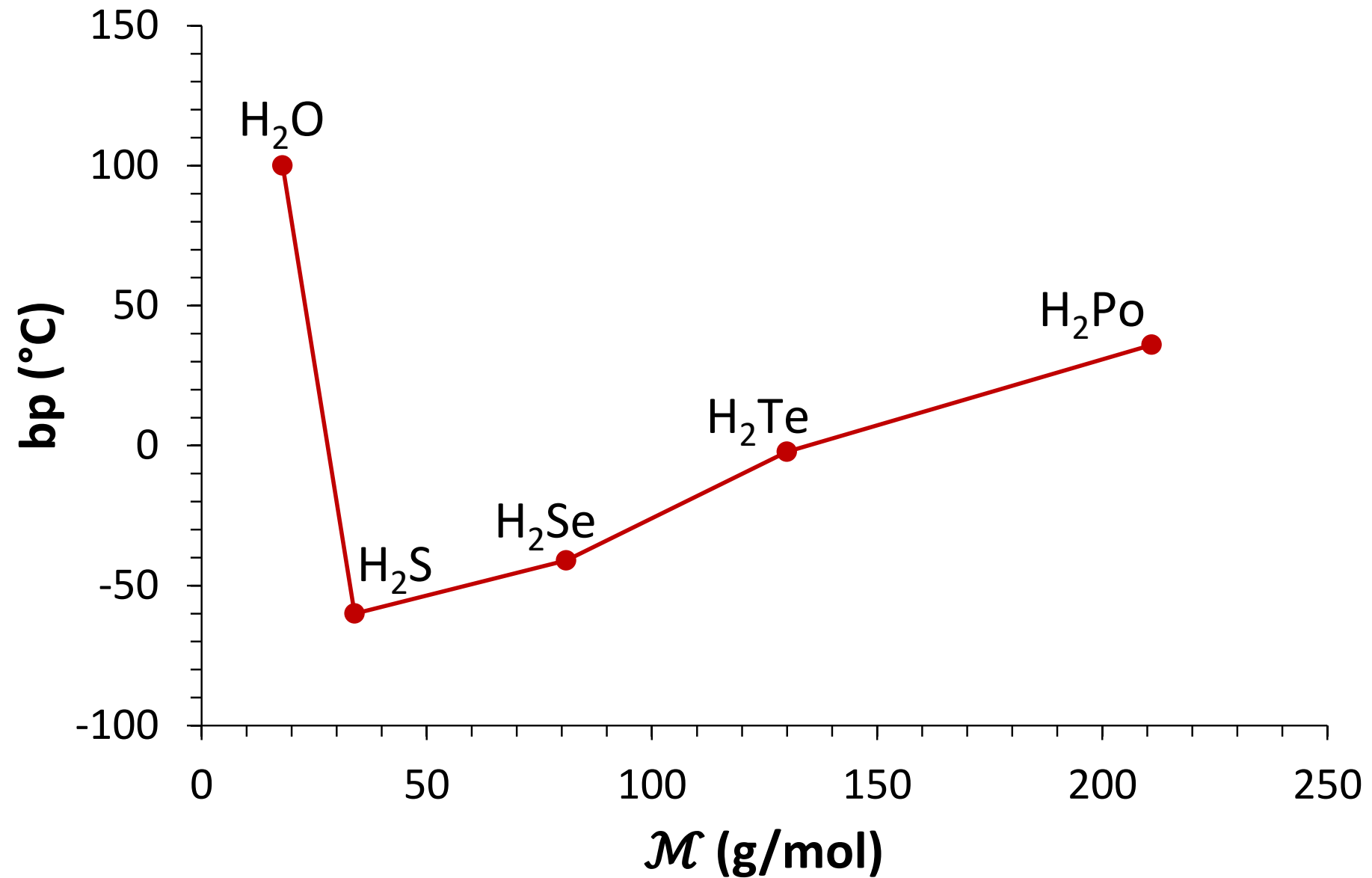


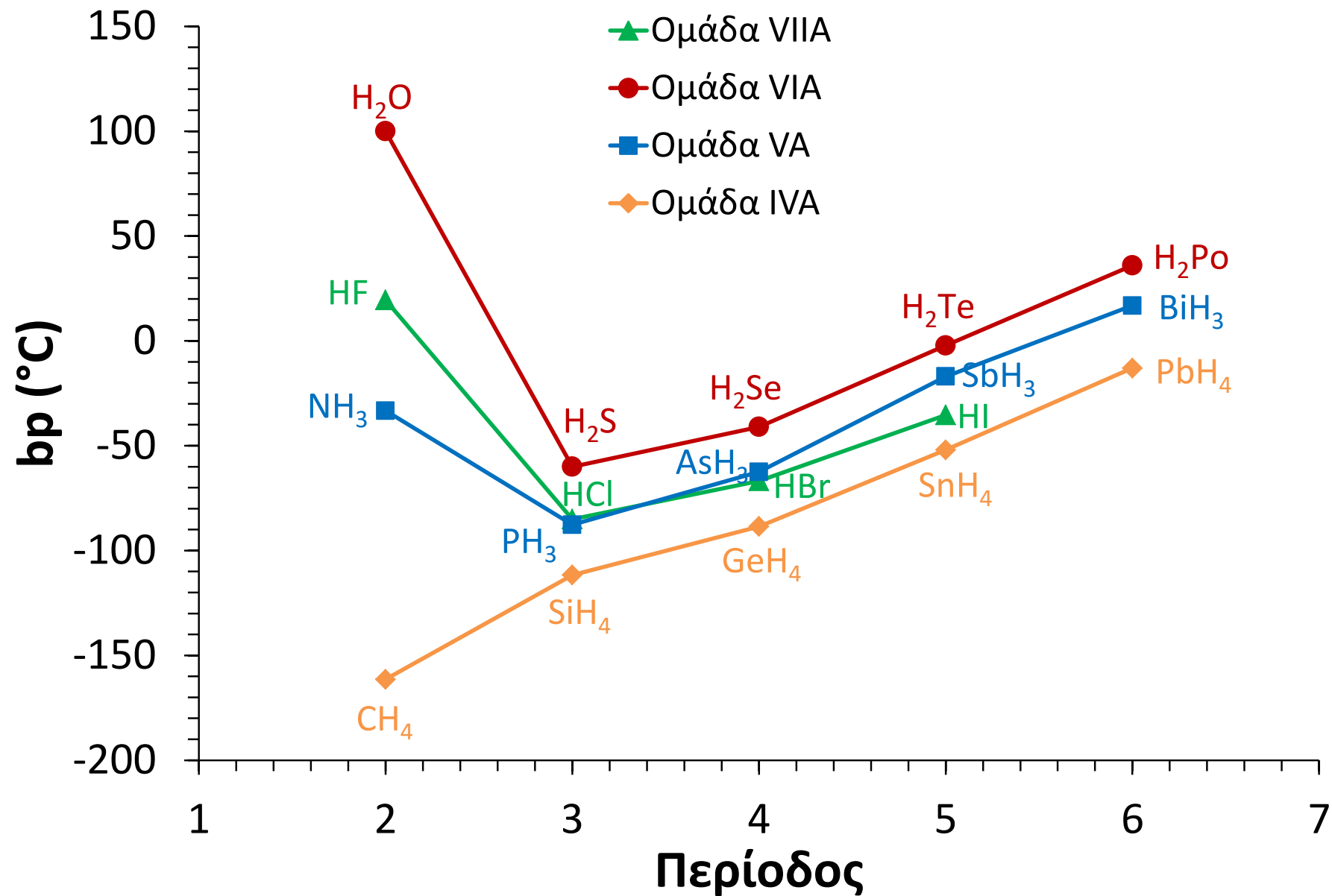




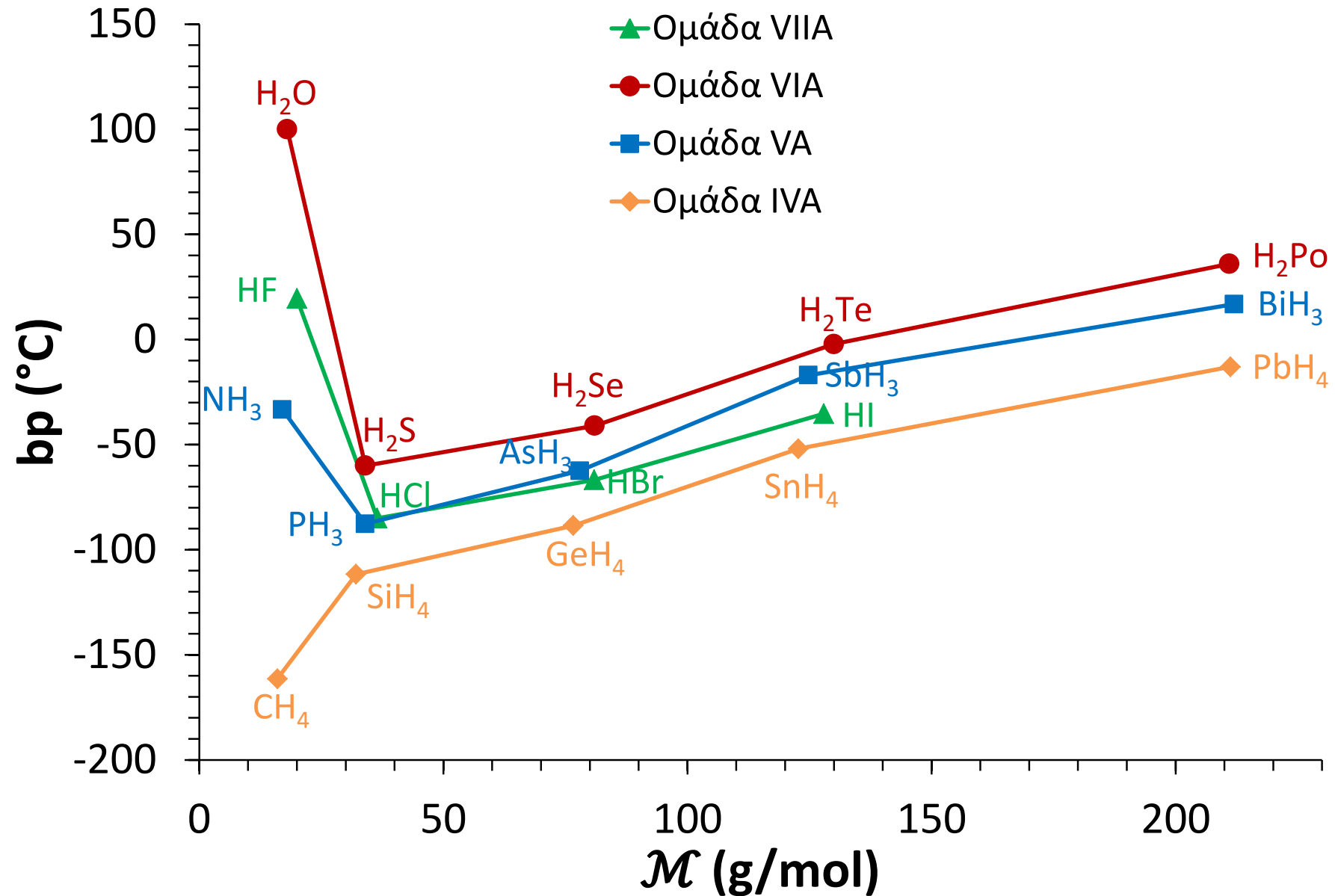








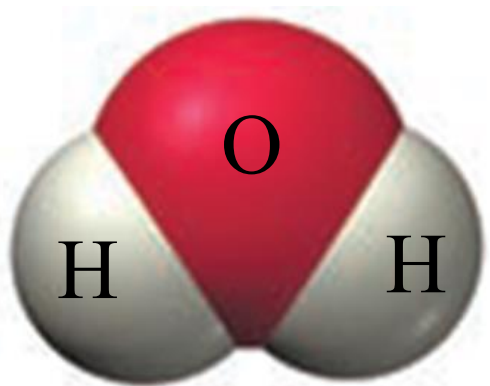
Γενική Χημεία



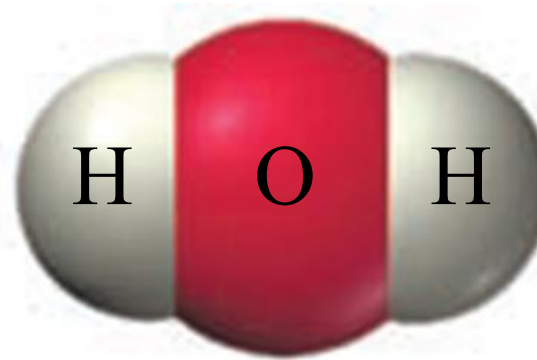
Γενική Χημεία



- Ποιο είναι το σχήμα του μορίου του νερού;



ή

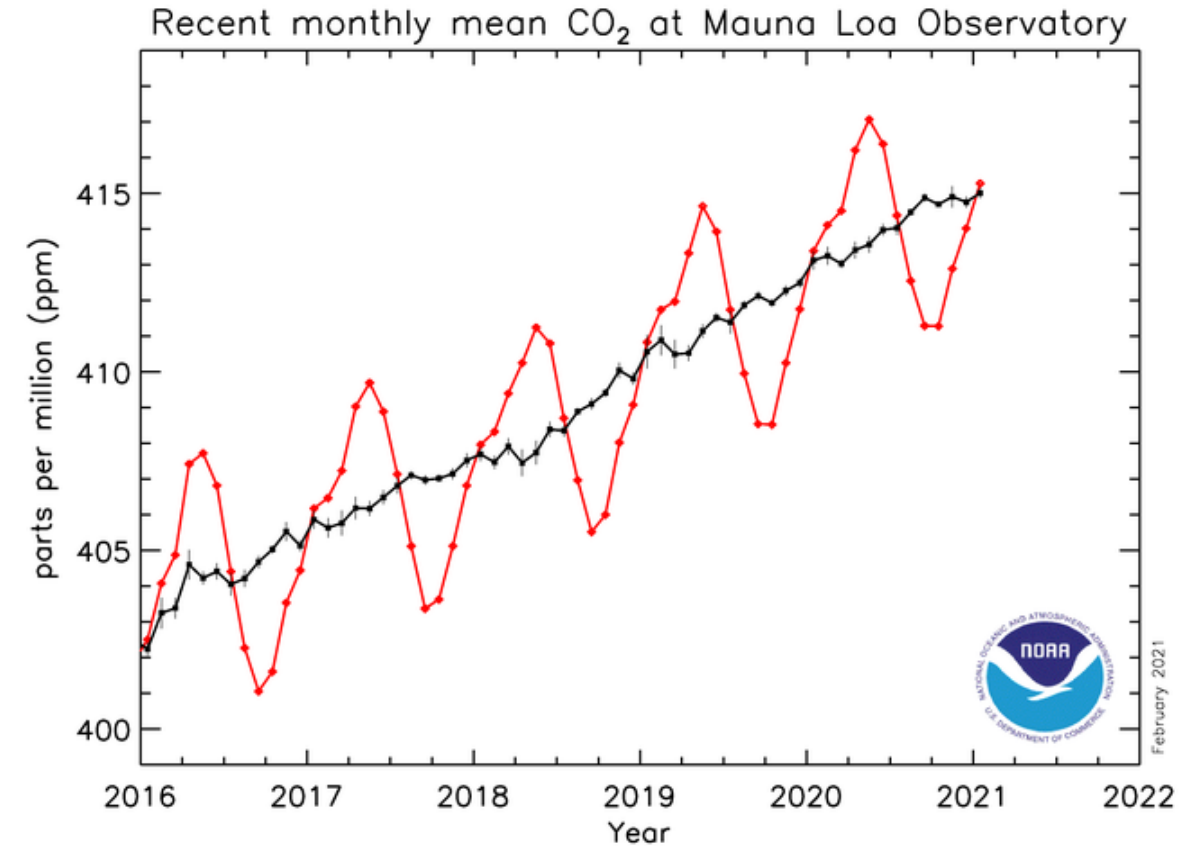
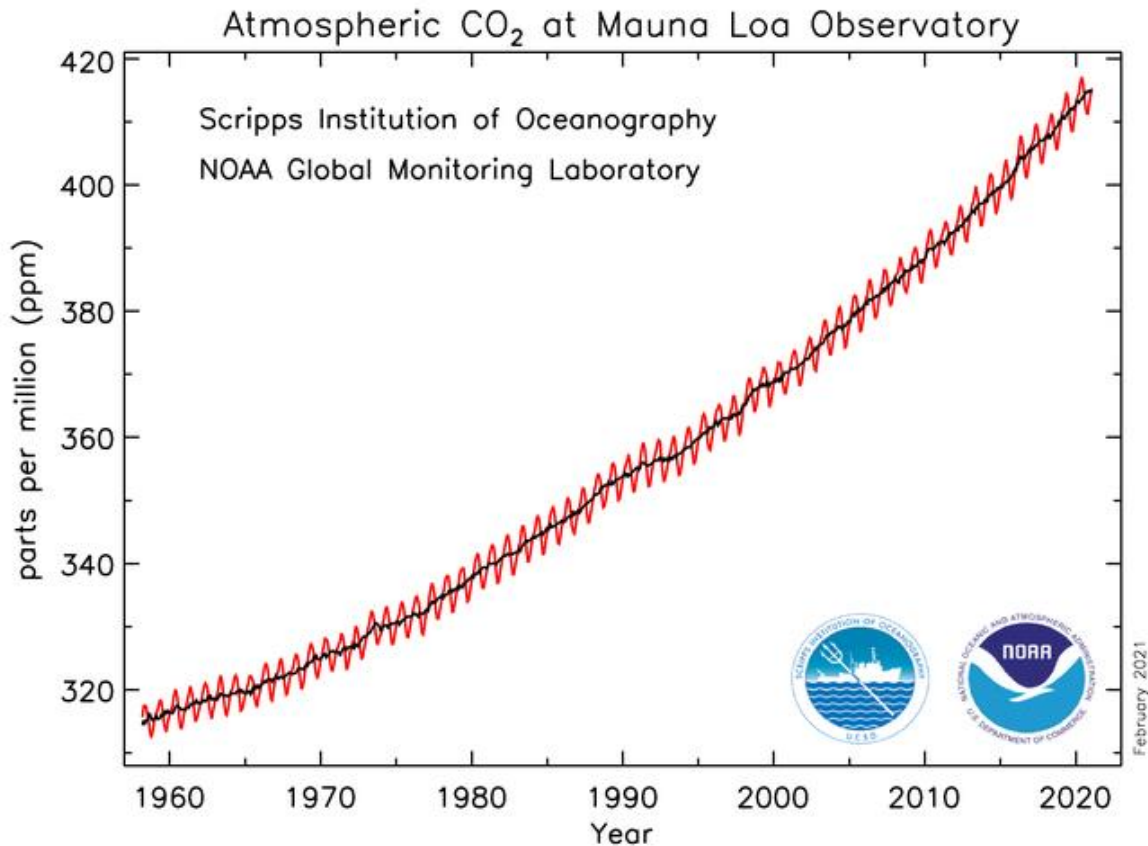


- Τι συμβαίνει όταν το νερό μετατρέπεται από την υγρή στη στερεή ή στην αέρια κατάσταση;
- Γιατί το νερό διαλύει το αλάτι (και γενικότερα, τα άλατα);

Γενική Χημεία



- Γιατί αυξάνεται συνεχώς η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα, CO_2 , στην ατμόσφαιρα της Γης;





Γενική Χημεία

Γενική Χημεία

Νίκος Ξεκουκουλωτάκης
Επίκουρος Καθηγητής

Πολυτεχνείο Κρήτης
Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος
Γραφείο Κ2.125, τηλ.: 28210-37772
e-mail: nikosxek@gmail.com



Γενική Χημεία: Διδακτέα Ύλη

1. Εισαγωγή στη Χημεία: Βασικές Έννοιες και Μεγέθη
2. Άτομα, Μόρια και Ιόντα
3. Το Κβαντομηχανικό Μοντέλο της Δομής του Ατόμου
4. Ηλεκτρονιακές Διαμορφώσεις και Περιοδικός Πίνακας των Στοιχείων
5. Χημικός Δεσμός και Μοριακή Γεωμετρία
6. Στοιχειομετρία και Χημικές Αντιδράσεις
7. Ενέργεια και Θερμοχημεία
8. Αέρια, Υγρά, Στερεά και Διαμοριακές Δυνάμεις
9. Υδατικά Διαλύματα

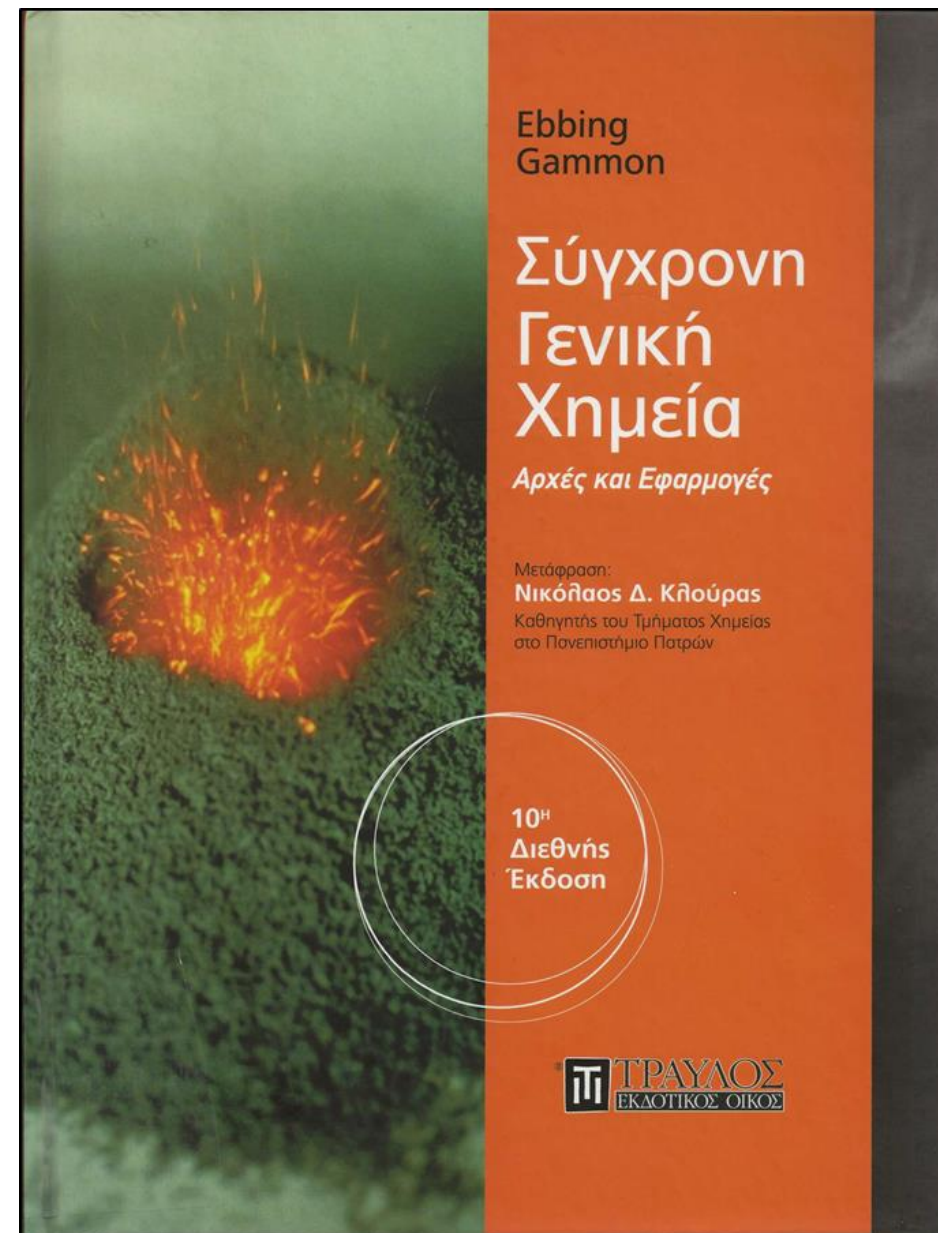
Γενική Χημεία: Διδακτέα Ύλη



9. Χημική Κινητική και Χημική Ισορροπία
10. Οξέα, Βάσεις και Χημική Ισορροπία Υδατικών Διαλυμάτων
11. Εντροπία και Ελεύθερη Ενέργεια
12. Ηλεκτροχημεία
13. Οργανική Χημεία

Συγγράμματα

1. **Τίτλος:** Σύγχρονη Γενική Χημεία, Αρχές και Εφαρμογές
- **Συγγραφείς:** Darrel D. Ebbing, Steven D. Gammon
- **Μετάφραση:** Νικόλαος Κλούρας
- **Εκδοτικός Οίκος:** Τραυλός
- **Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο:**
41964283



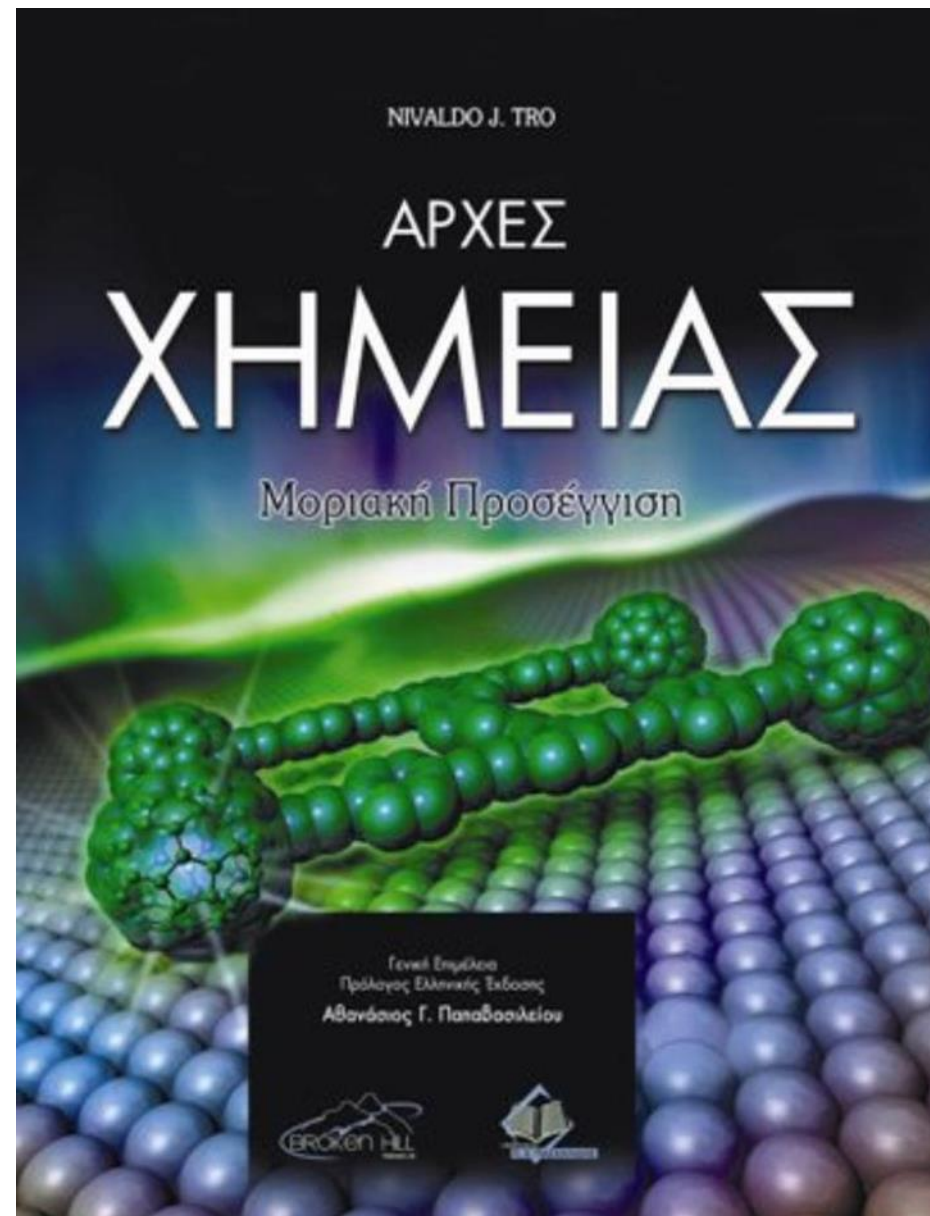
Συγγράμματα



2. Τίτλος: Αρχές Χημείας, Μοριακή Προσέγγιση

➤ Συγγραφέας: Nivaldo Tro

➤ Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο:
13256881



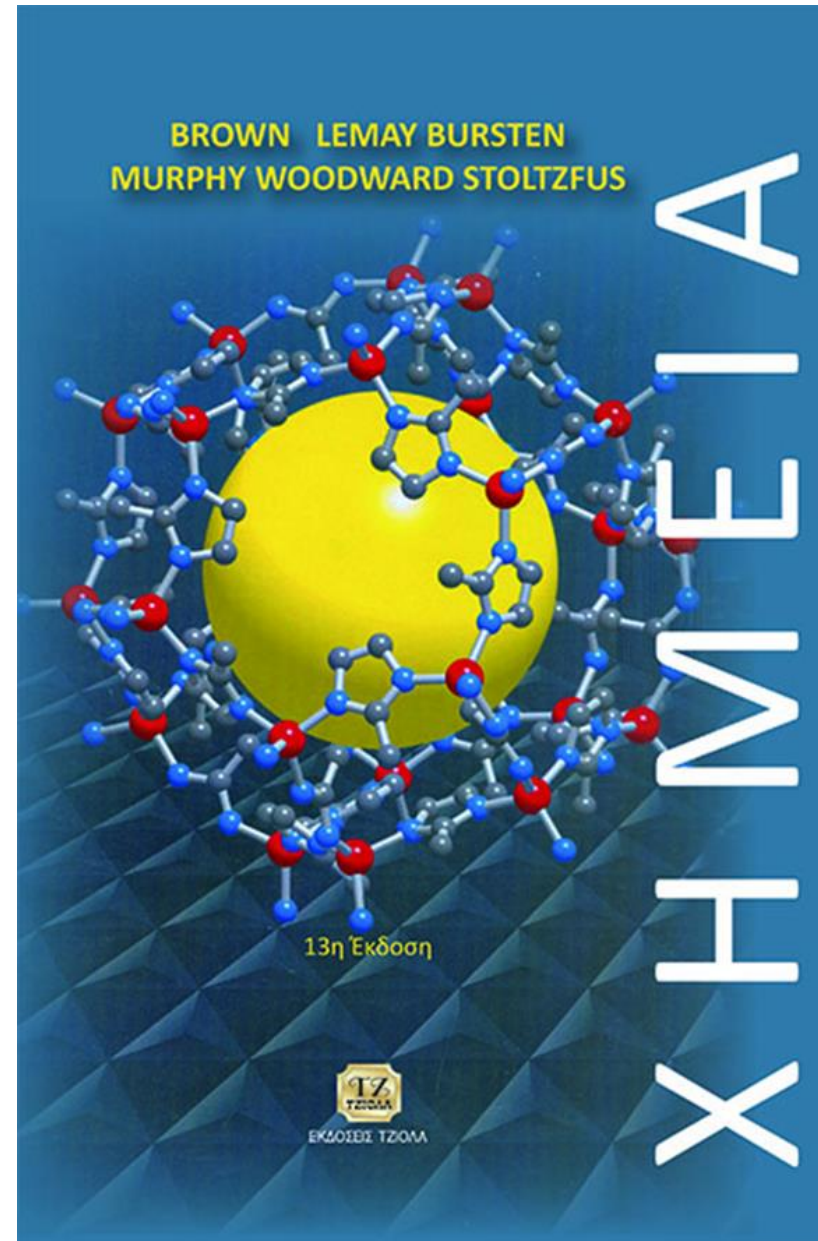
Συγγράμματα

3. Τίτλος: Χημεία, Chemistry: The Central Science, 13th Edition

Συγγραφείς: T.E. Brown, H.E. LeMay, B.E. Bursten, C. Murphy, P. Woodward

Εκδοτικός Οίκος: Τζιόλα, 2015

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο:
50655974



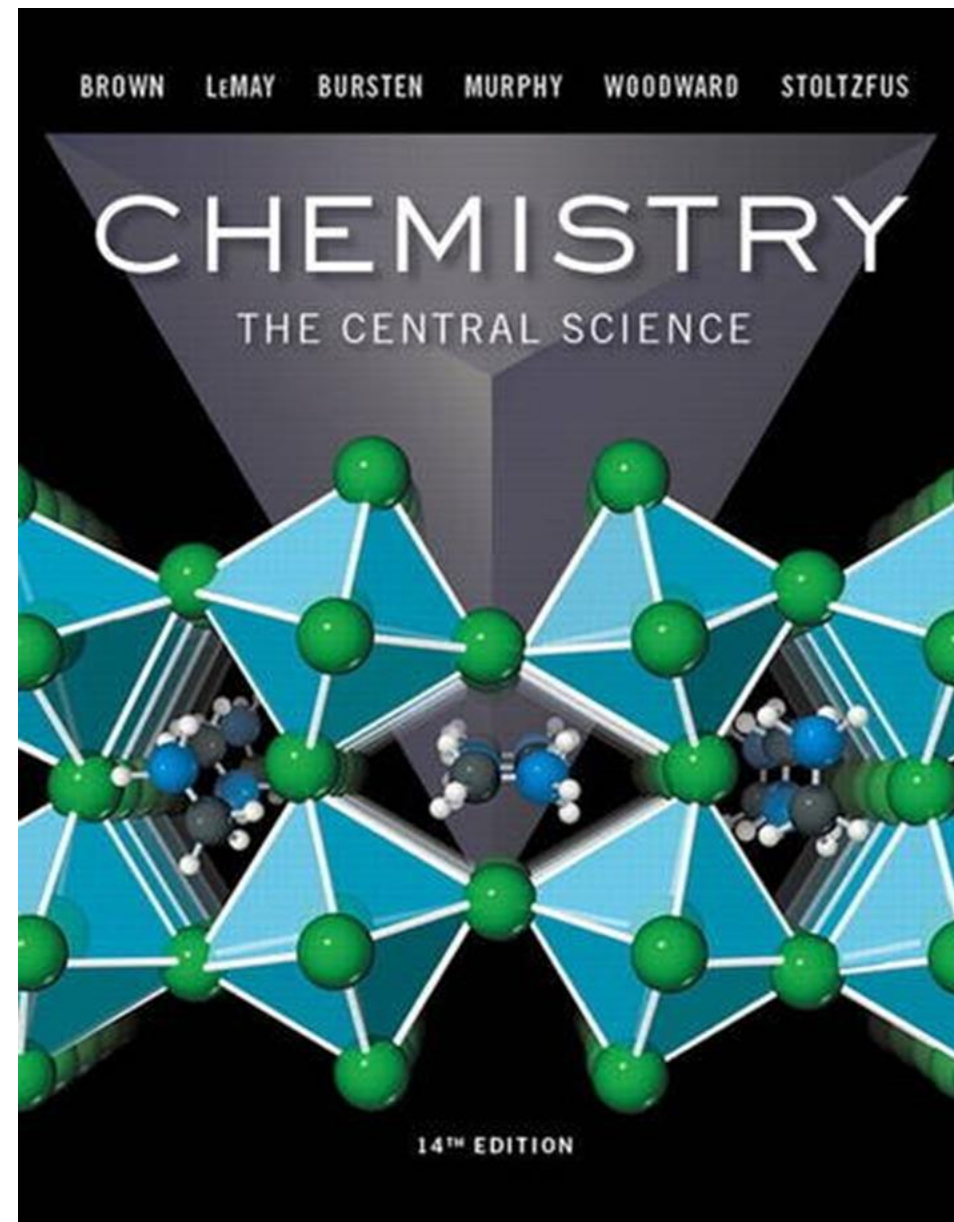
Συγγράμματα

4. Τίτλος: Chemistry: The Central Science, 14th Edition

Συγγραφείς: Brown, LeMay, Bursten, Murphy, Woodward, Stoltzfus

Εκδοτικός Οίκος: Pearson

ISBN: 978-0-134-41423-2



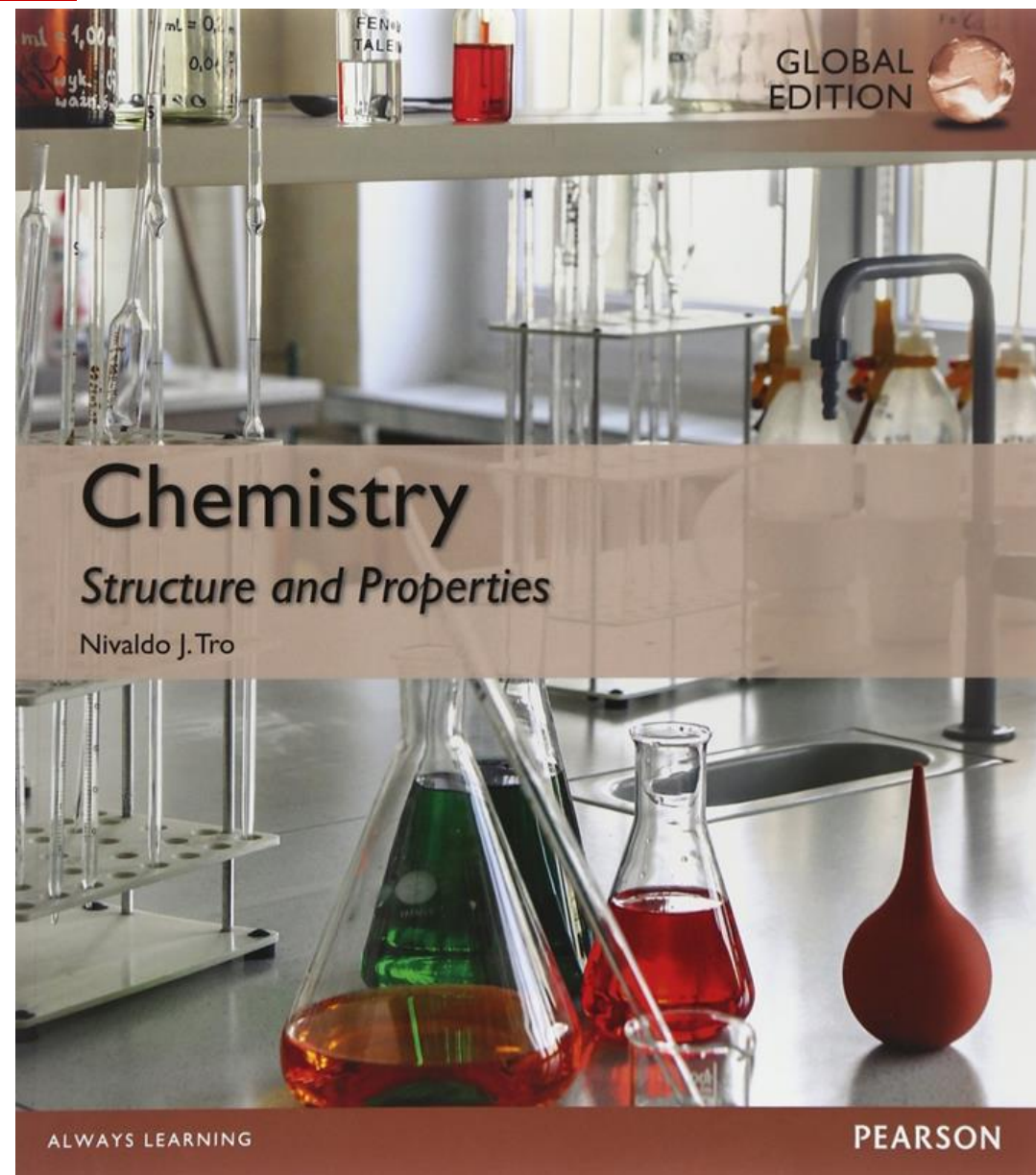
Συγγράμματα

5. Τίτλος: Chemistry: Structure and Properties

Συγγραφέας: Nivaldo Tro

Εκδοτικός Οίκος: Pearson

ISBN: 978-1-292-06134-4



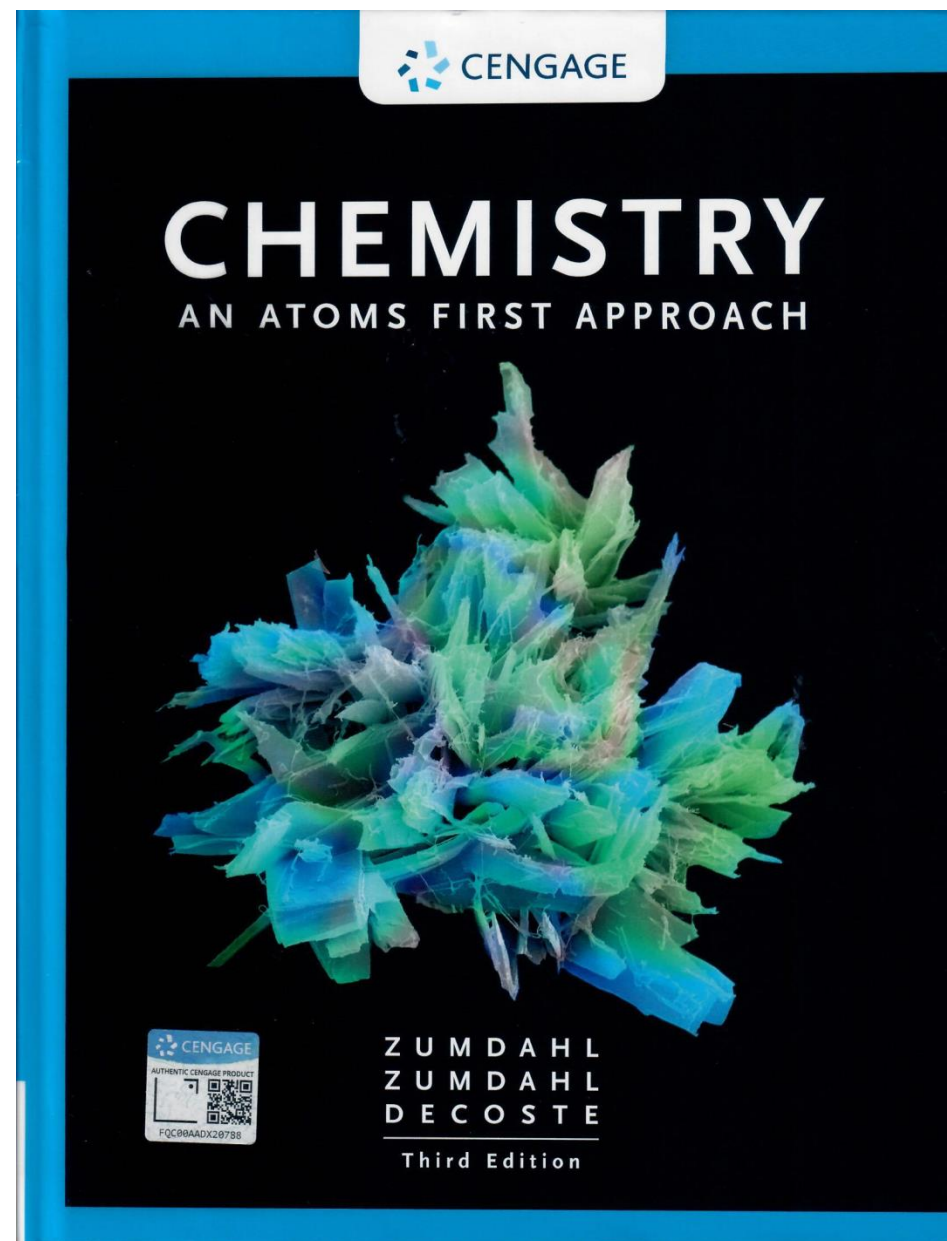
Συγγράμματα

6. Τίτλος: Chemistry: An Atoms First Approach

Συγγραφείς: Steven S. Zumdahl, Susan A. Zumdahl, Donald J. DeCoste

Εκδοτικός Οίκος: Cengage

ISBN: 978-0357363560





Κεφάλαιο 1: Περιεχόμενα

- Εισαγωγή στη Χημεία
 - ✓ Στοιχειώδη δομικά σωματίδια: άτομα, μόρια, ιόντα
 - ✓ Η δομή καθορίζει τις ιδιότητες
- Ταξινόμηση της ύλης με βάση τη φυσική κατάσταση και τη χημική σύσταση
- Χημικά στοιχεία και χημικές ενώσεις
- Ομογενή και ετερογενή μείγματα
- Φυσικές και Χημικές Ιδιότητες
- Όγκος και πυκνότητα



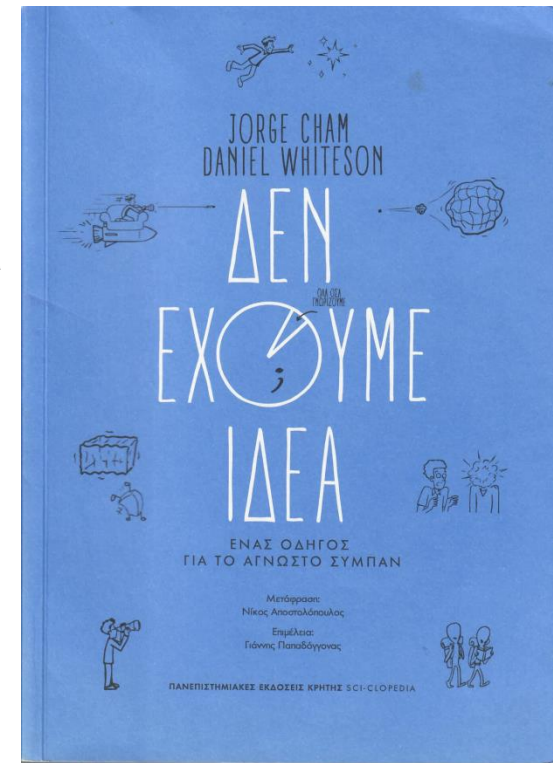
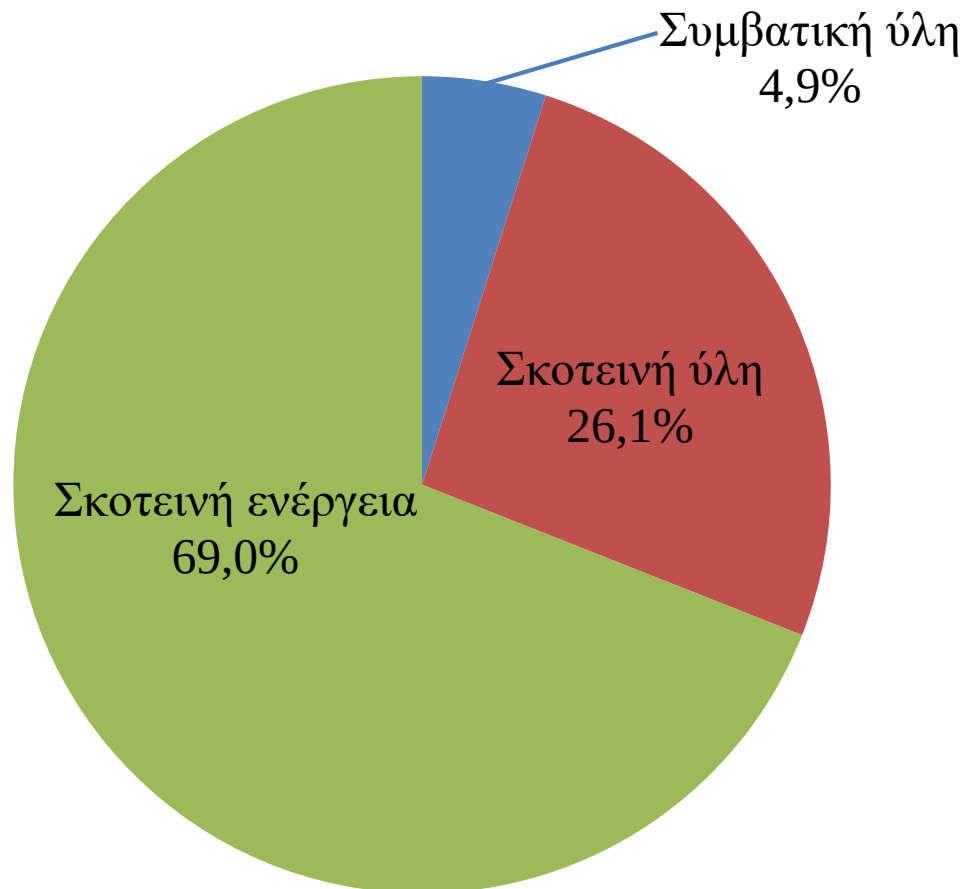
Κεφάλαιο 1: Μαθησιακά Αποτελέσματα

- Αφού μελετήσετε αυτό το κεφάλαιο, θα πρέπει να είστε σε θέση:
- ✓ Να διακρίνετε μεταξύ των χημικών στοιχείων, των χημικών ενώσεων και των ομογενών και ετερογενών μειγμάτων.
- ✓ Να εξοικειωθείτε με τα σύμβολα των πιο συνηθισμένων χημικών στοιχείων.
- ✓ Να διακρίνετε μεταξύ των φυσικών και χημικών μεταβολών, καθώς και μεταξύ των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων.
- ✓ Να υπολογίζετε τη μάζα, τον όγκο ή την πυκνότητα χρησιμοποιώντας τον τύπο της πυκνότητας.

Χημεία



- **Χημεία** είναι η επιστήμη η οποία ασχολείται με τη μελέτη της ύλης και των αλλαγών που αυτή υφίσταται.
- Το σύμπαν αποτελείται από ύλη και ενέργεια.





Χημεία

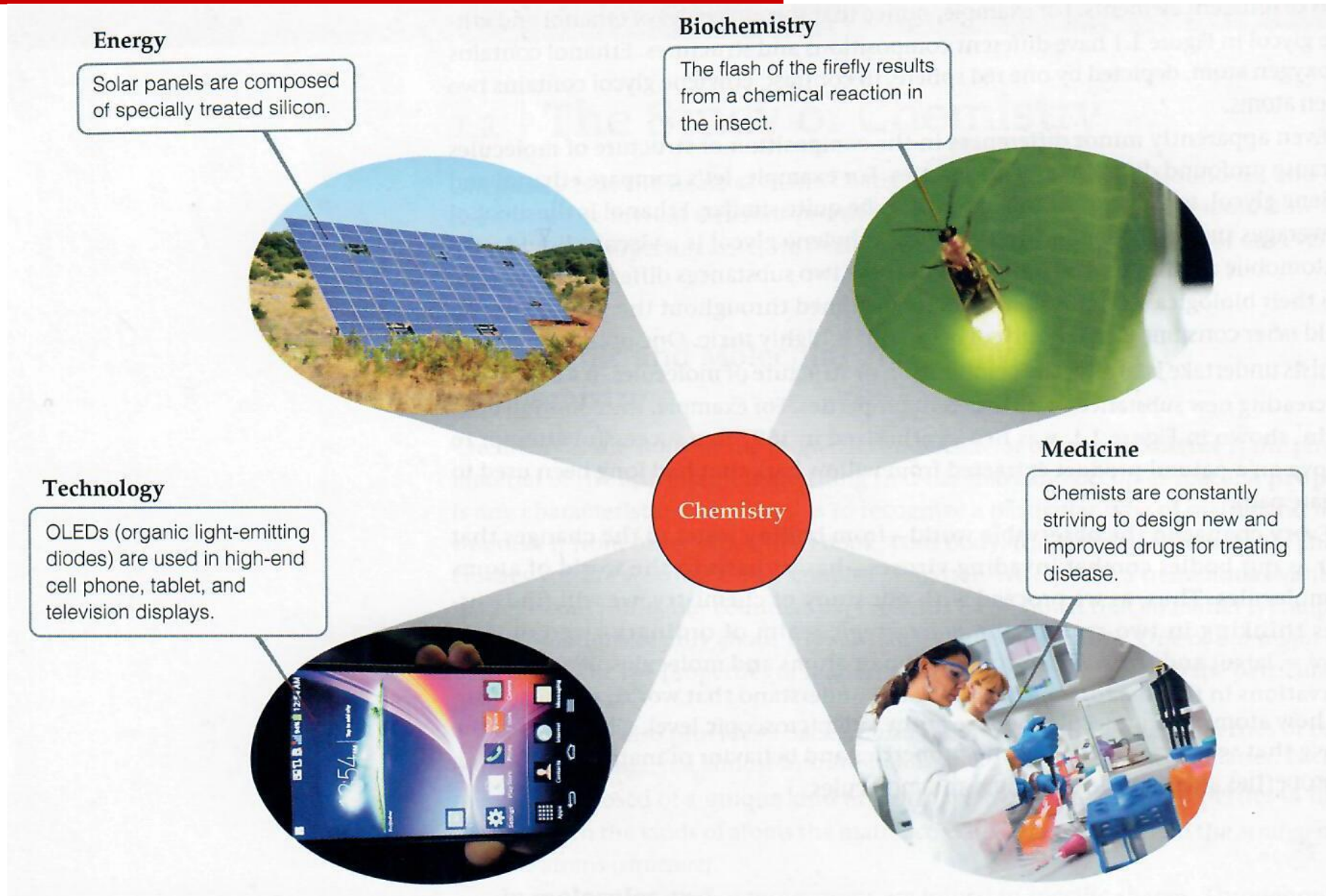
- **Ύλη** είναι οτιδήποτε έχει **μάζα** και καταλαμβάνει όγκο.
- **Μάζα** είναι η ποσότητα της ύλης η οποία υπάρχει σε ένα σώμα.
- Η **ιδιότητα** είναι ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα που μας επιτρέπει να αναγνωρίζουμε και να διακρίνουμε ένα συγκεκριμένο είδος ύλης και να το διαφοροποιούμε από άλλα είδη ύλης.



Αντικείμενο μελέτης της Χημείας

- **Σύσταση** των υλικών σωμάτων: από ποια δομικά συστατικά αποτελούνται.
- **Δομή** των υλικών σωμάτων: πως τα δομικά συστατικά συνδέονται μεταξύ τους.
- **Ιδιότητες** των υλικών σωμάτων: χαρακτηριστικά γνωρίσματα (φυσικές ιδιότητες).
- **Μετασχηματισμοί** των υλικών σωμάτων μέσω **χημικών αντιδράσεων** σε υλικά με διαφορετική σύσταση, δομή και φυσικές ιδιότητες, καθώς και οι **ενεργειακές μεταβολές** οι οποίες τις συνοδεύουν.

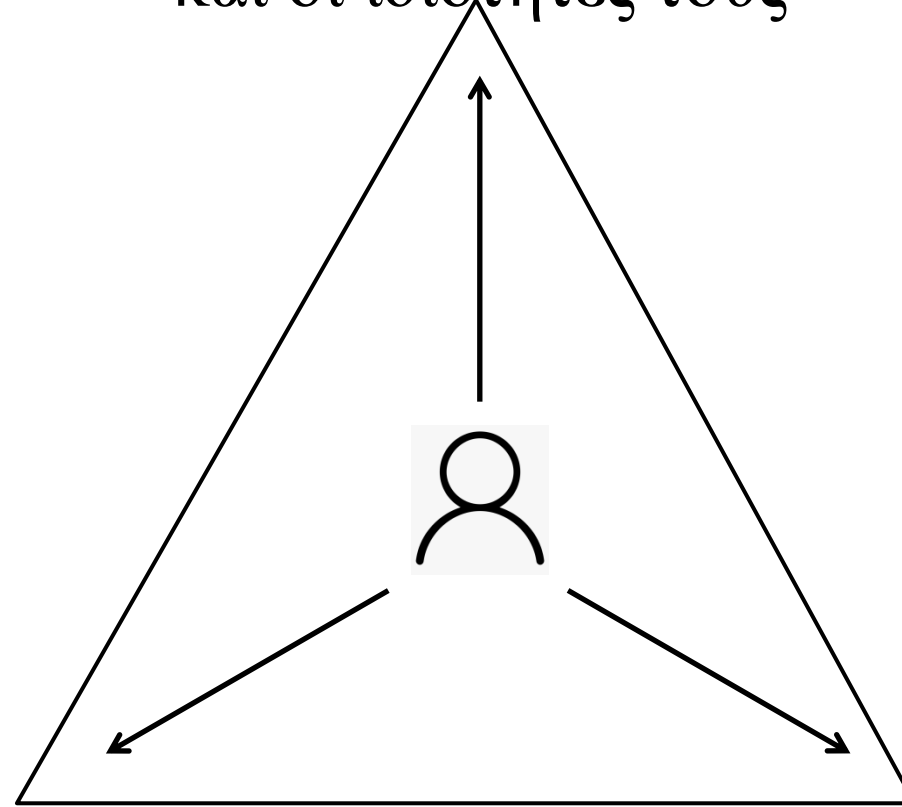
Χημεία: Η Κεντρική Επιστήμη



Το τρίγωνο της Χημείας



Μακρόκοσμος:
Τα υλικά σώματα
και οι ιδιότητές τους



Μικρόκοσμος:
Άτομα, μόρια, ιόντα

Σύμβολα:
π.χ. C, O₂, N₂





Ποια είναι η κεντρική ιδέα της Χημείας;

- Η κεντρική ιδέα της Χημείας συνοψίζεται στις εξής δύο προτάσεις:
 1. Τα υλικά σώματα αποτελούνται από μικρότερα δομικά **σωματίδια**, τα οποία ονομάζονται **άτομα**, **μόρια** και **ιόντα**.
 2. Η **χημική δομή** των υλικών σωμάτων **καθορίζει** τις **ιδιότητες** τους.
- Η κατανόηση της σωματιδιακής δομής της ύλης έχει φέρει επανάσταση σε πολλά πεδία επιστημών: Βιολογία, Ιατρική, Φαρμακευτική, Επιστήμη Υλικών, Περιβάλλον, κ.α.

Ἐν ἀρχῇ ἦν τὰ ἄτομα



- **Ἄτομα** είναι τα μικρότερα σωματίδια τα οποία αποτελούν τους δομικούς λίθους όλων των υλικών σωμάτων.
- Τα ἄτομα είναι, κατά μία έννοια, τα γράμματα της αλφαβήτας της γλώσσας της Χημείας.
- Στην Ελληνική γλώσσα έχουμε 24 γράμματα τα οποία ενώνονται μεταξύ τους ακολουθώντας του κανόνες της γραμματικής και σχηματίζουν λέξεις.



- Στη Χημεία έχουμε **118 διαφορετικά είδη ατόμων** τα οποία ενώνονται μεταξύ τους ακολουθώντας τους κανόνες της Χημείας και σχηματίζουν **ενώσεις**.

[illegible]

****Ακτινίδες**

38



Ἐν ἀρχῇ ἦν τὰ ἄτομα

- Στη Χημεία έχουμε 118 διαφορετικά είδη ατόμων τα οποία ενώνονται μεταξύ τους ακολουθώντας τους κανόνες της Χημείας και σχηματίζουν ενώσεις.

Γλώσσα

γράμματα



λέξεις

Χημεία

άτομα



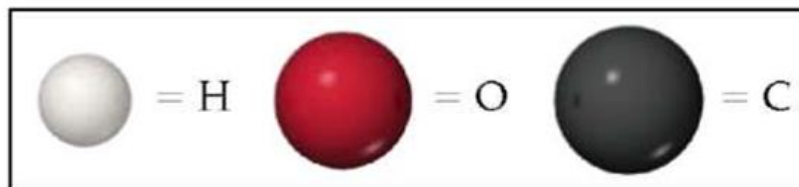
ενώσεις

ενώνονται μεταξύ τους
και σχηματίζουν

Μόρια



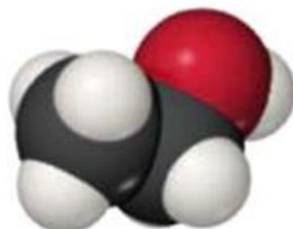
- Στα **μόρια**, δύο ή περισσότερα είδη ατόμων ενώνονται μεταξύ τους σε καθορισμένες αναλογίες και σε καθορισμένα σχήματα.



Oxygen



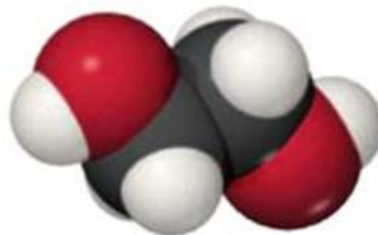
Water



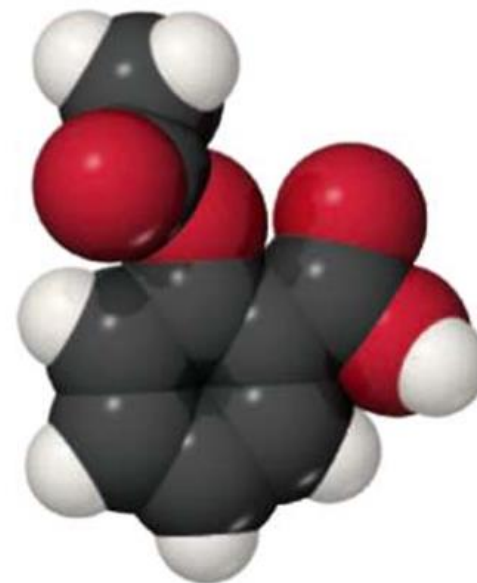
Ethanol



Carbon dioxide



Ethylene glycol

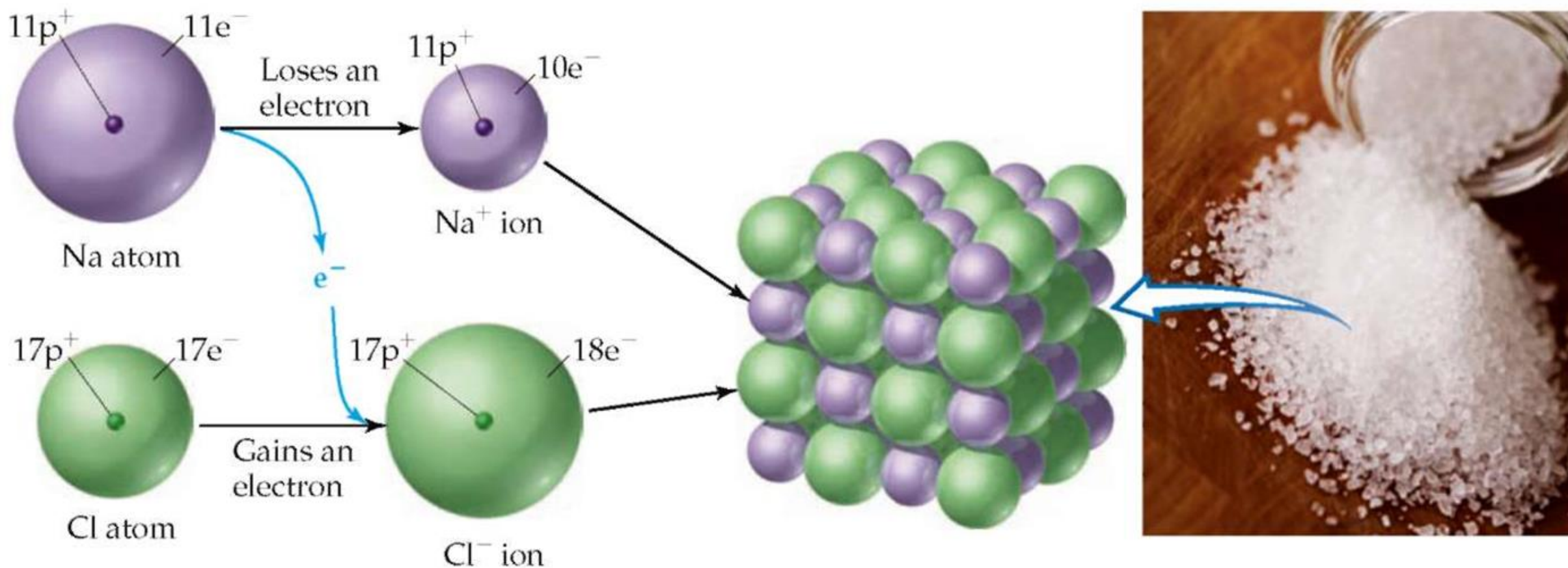


Aspirin

Ιόντα



- Τα ιόντα είναι φορτισμένα σωματίδια τα οποία προκύπτουν με αποβολή και πρόσληψη ηλεκτρονίων από τα ουδέτερα άτομα.



Η δομή καθορίζει τις ιδιότητες

- Οι ιδιότητες των υλικών σωμάτων εξαρτώνται από τη χημική τους δομή.
- Παραδείγματα:
 - ✓ Διαμάντι και γραφίτης: τόσο διαφορετικά αλλά και τόσο όμοια!!!



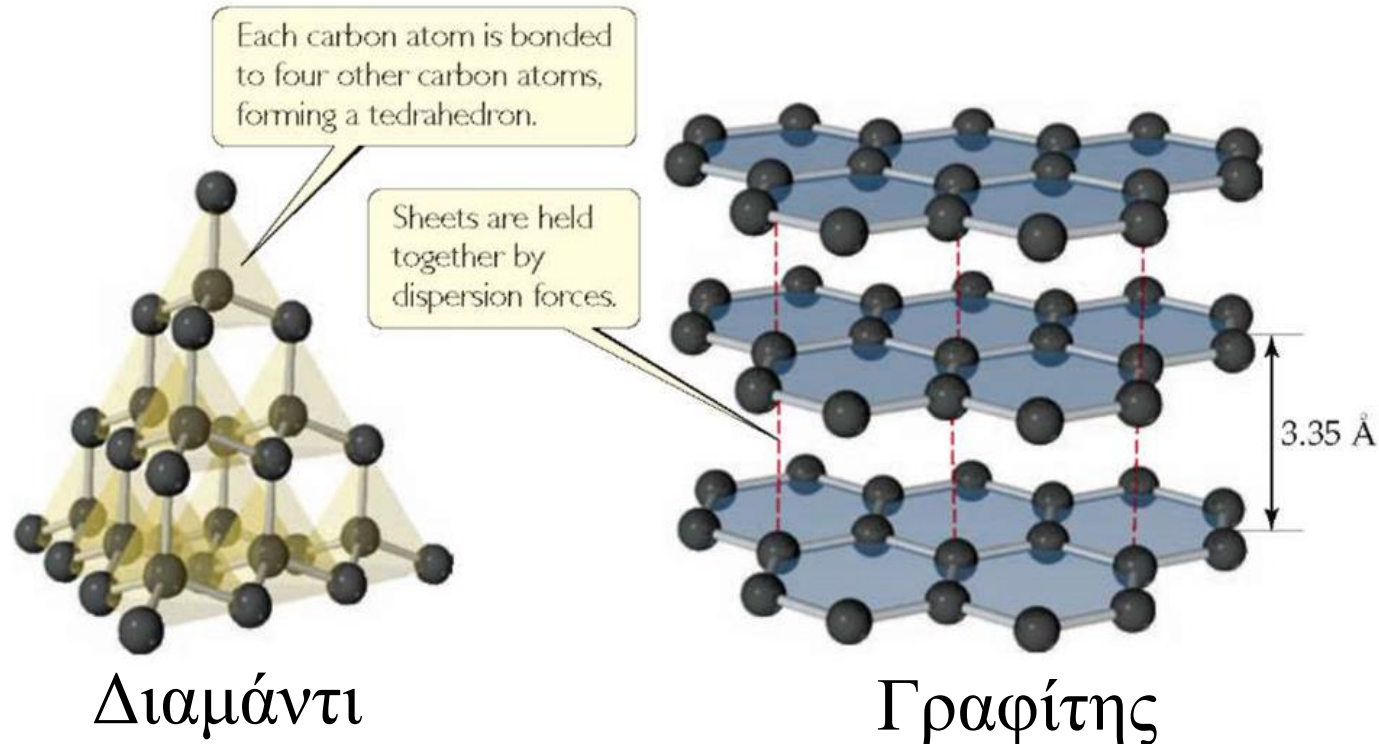
Διαμάντι



Γραφίτης

Η δομή καθορίζει τις ιδιότητες

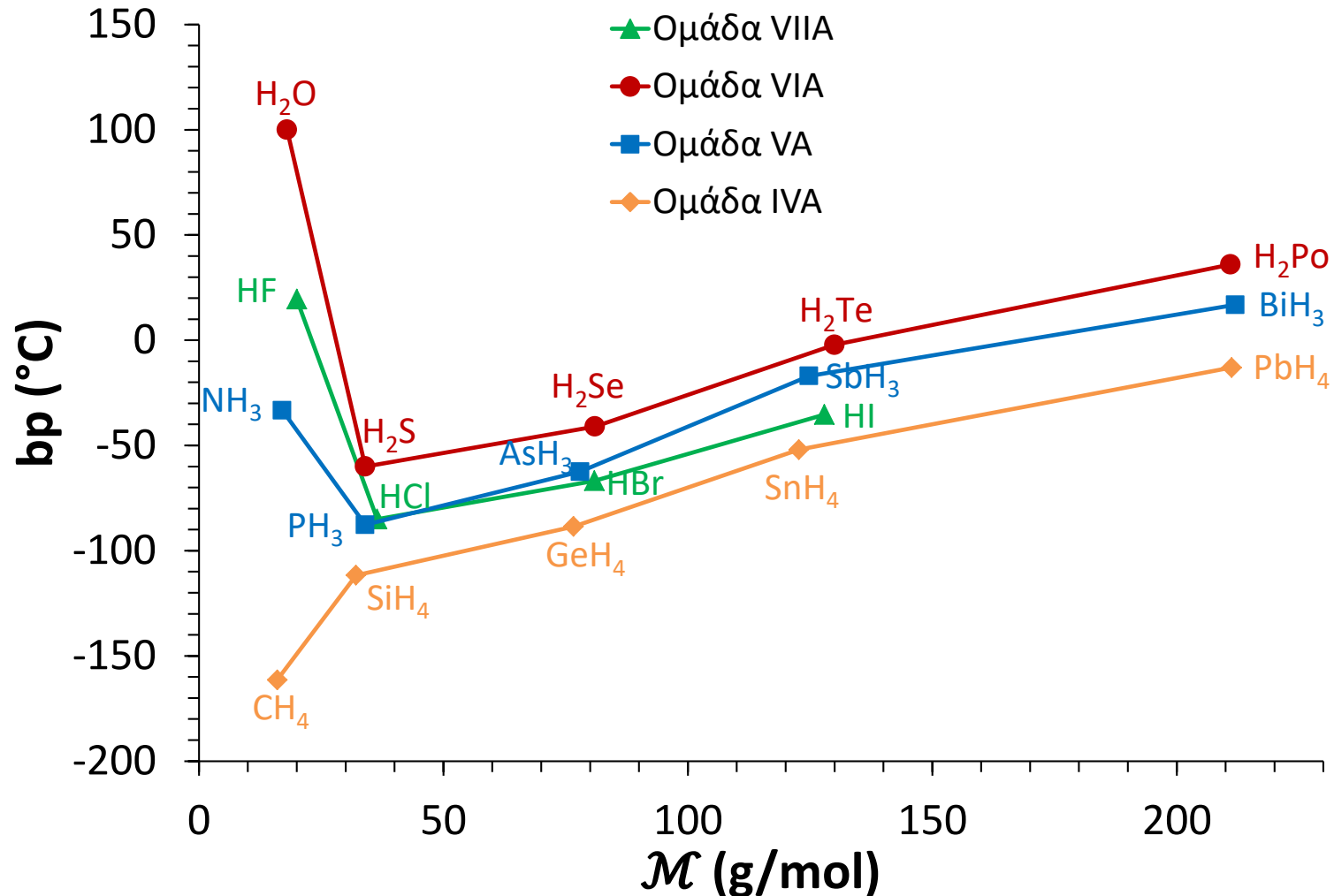
- Οι ιδιότητες των υλικών σωμάτων εξαρτώνται από τη χημική τους δομή.
- Παραδείγματα:
 - ✓ Διαμάντι και γραφίτης: τόσο διαφορετικά αλλά και τόσο όμοια!!!





Η δομή καθορίζει τις ιδιότητες

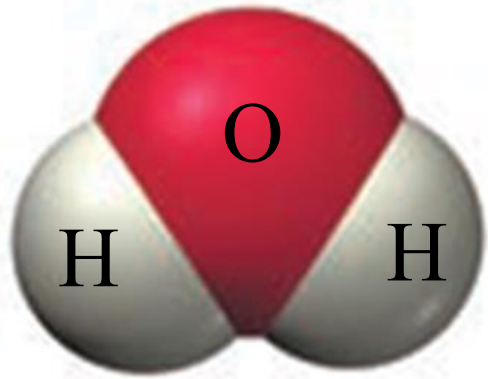
- ✓ Γιατί το νερό (H_2O) είναι υγρό στις συνηθισμένες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης;



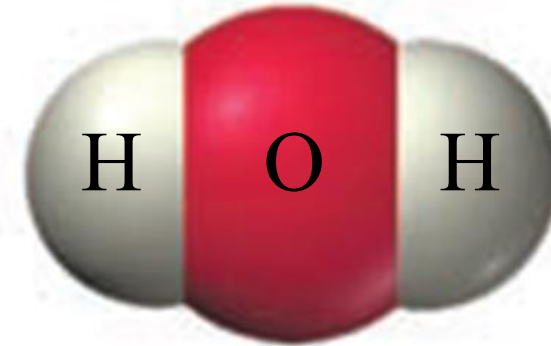


Η δομή καθορίζει τις ιδιότητες

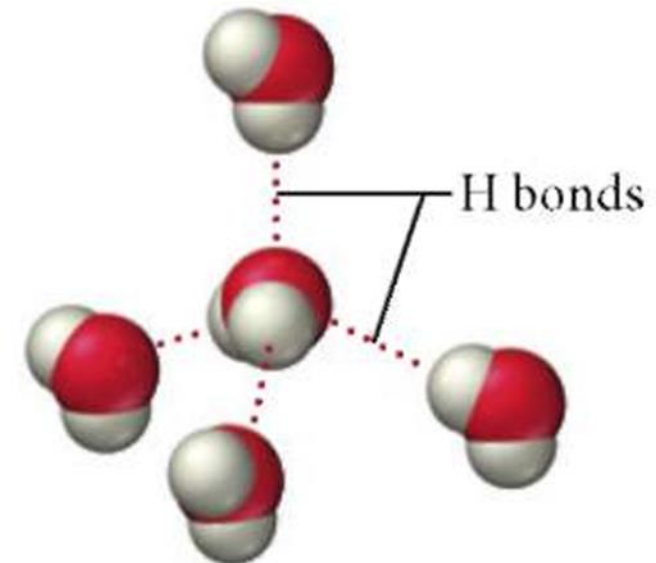
Δομή του μορίου
του νερού (H_2O)



Υποθετική δομή του
μορίου του νερού (H_2O)



- Εξαιτίας της γωνιακής δομής του, τα μόρια του νερού αναπτύσσουν μία πολύ ισχυρή διαμοριακή έλξη, η οποία ονομάζεται **δεσμός υδρογόνου**.





Η δομή καθορίζει τις ιδιότητες

- Αν το μόριο του νερού ήταν γραμμικό αντί για γωνιακό θα είχε εντελώς διαφορετικές χημικές ιδιότητες.
- Για παράδειγμα, θα είχε μικρότερο σημείο ζέσεως και μικρότερη διαλυτική ικανότητα.
- Αν το μόριο του νερού ήταν γραμμικό, η ζωή (αν υπήρχε!!!) θα ήταν πολύ διαφορετική από αυτή που γνωρίζουμε.



Η δομή καθορίζει τις ιδιότητες

➤ Γιατί νερό (H_2O) διαλύει το αλάτι (NaCl);

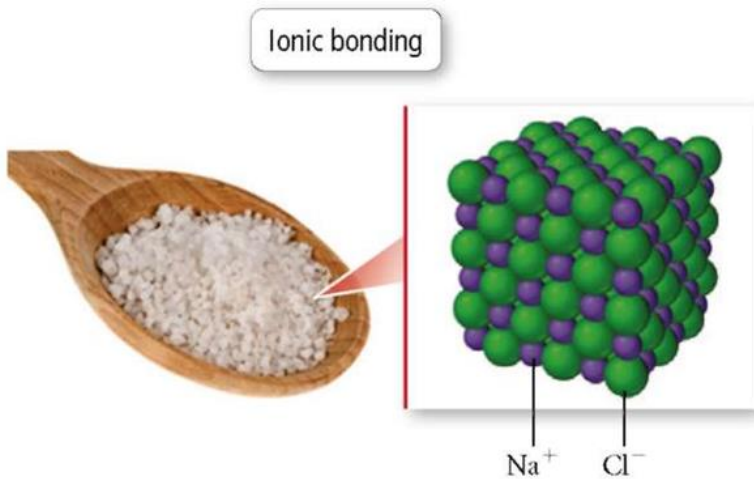
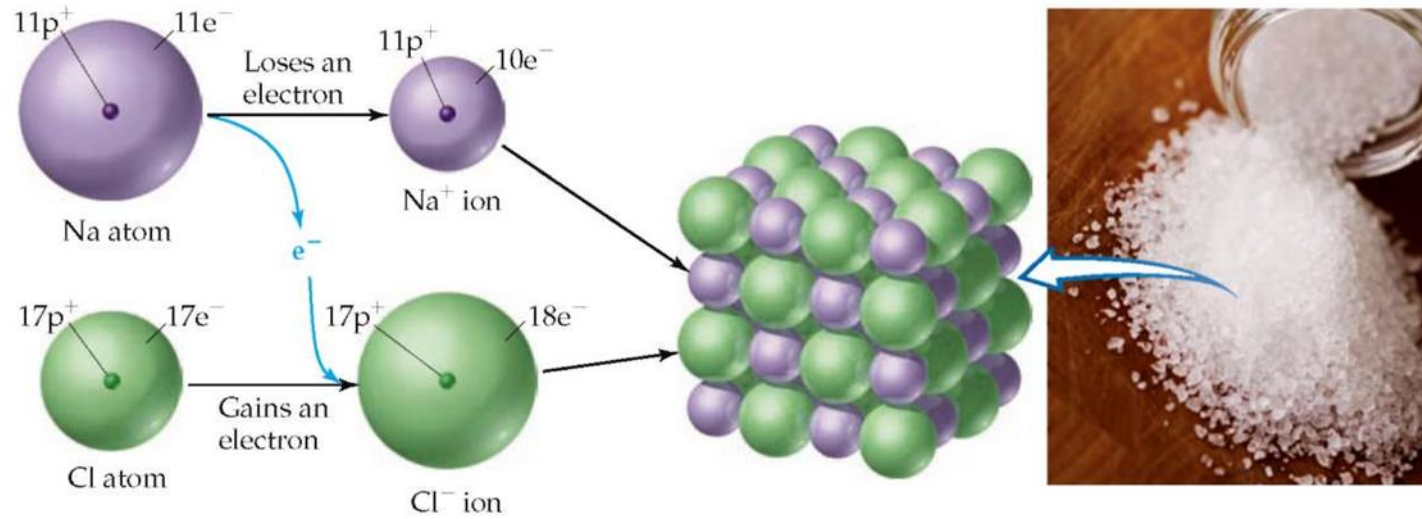
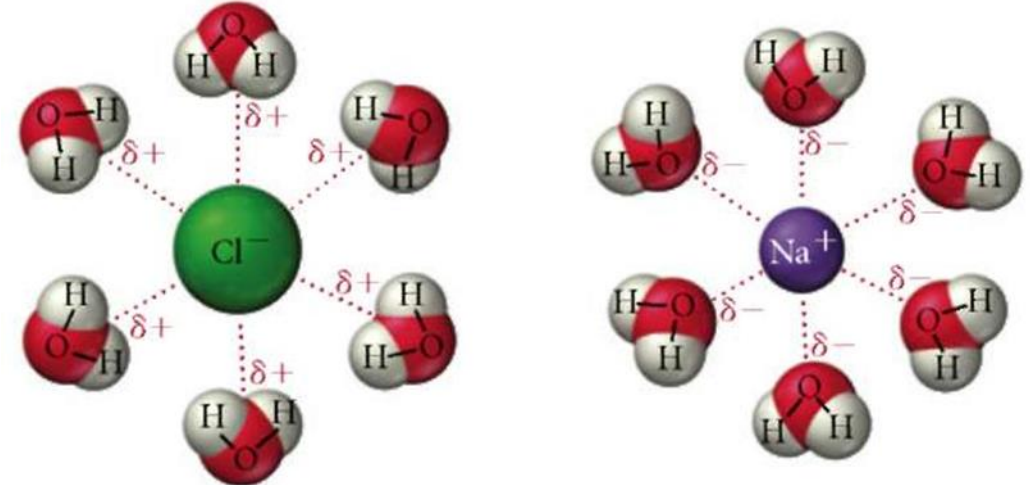


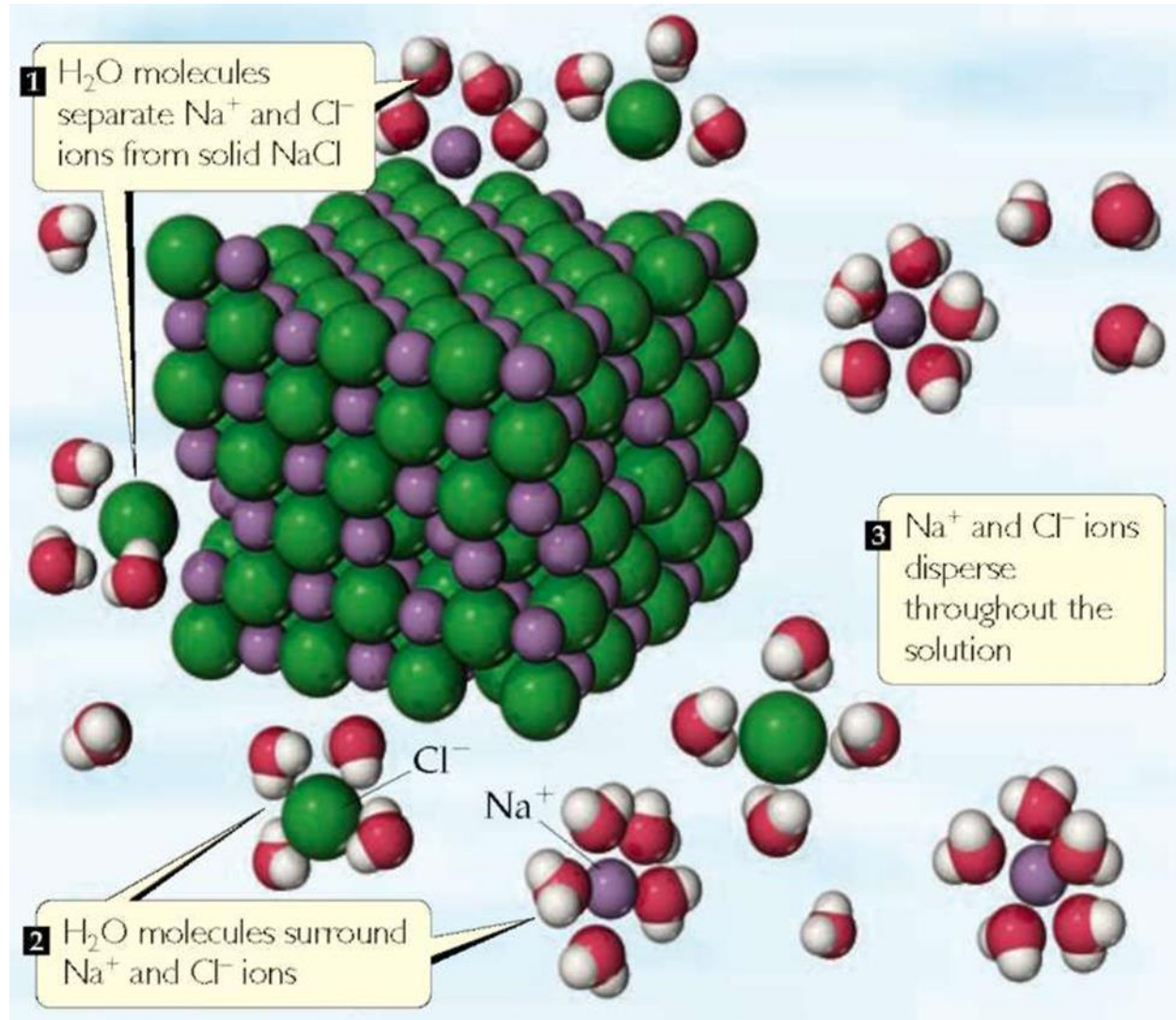
Table salt, NaCl(s)



Η δομή καθορίζει τις ιδιότητες



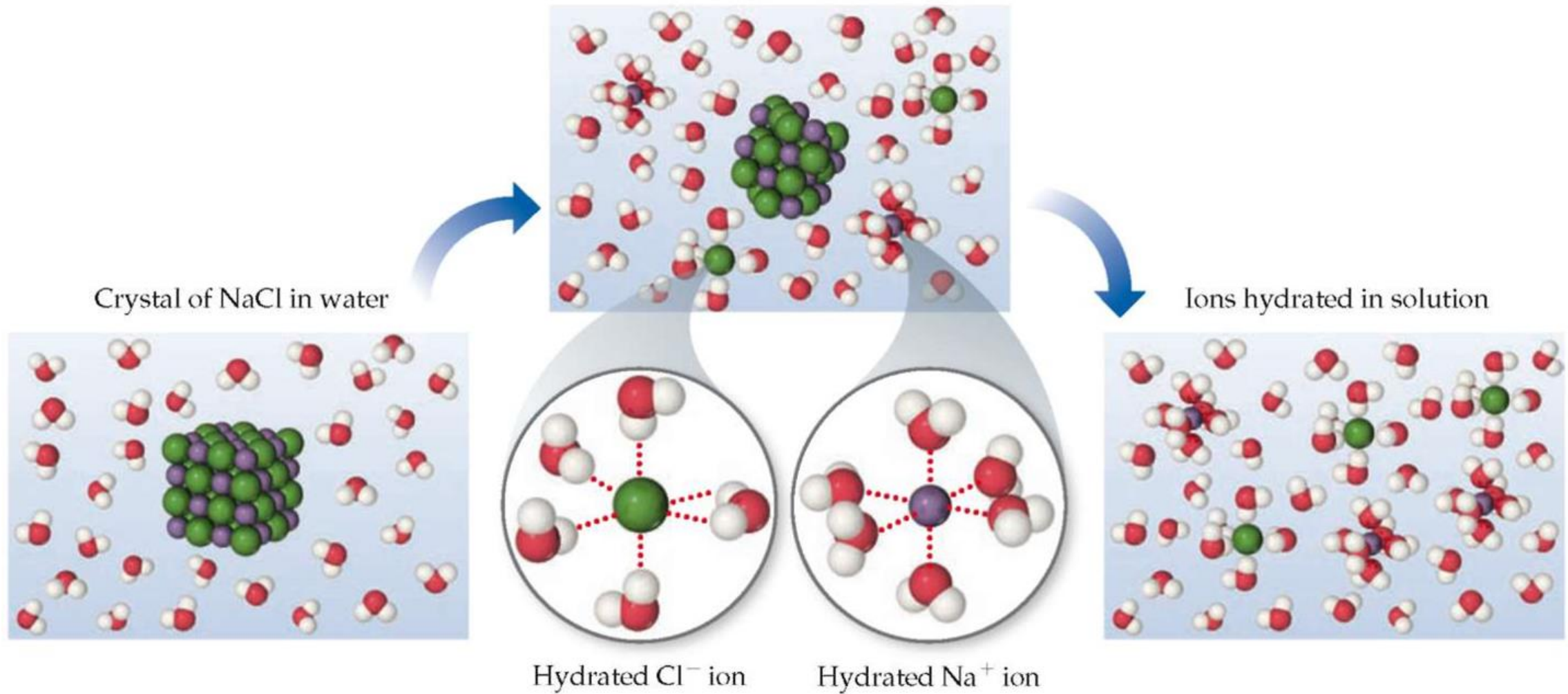
➤ Διάλυση NaCl στο νερό



Η δομή καθορίζει τις ιδιότητες



➤ Διάλυση NaCl στο νερό





Ταξινόμηση της ύλης

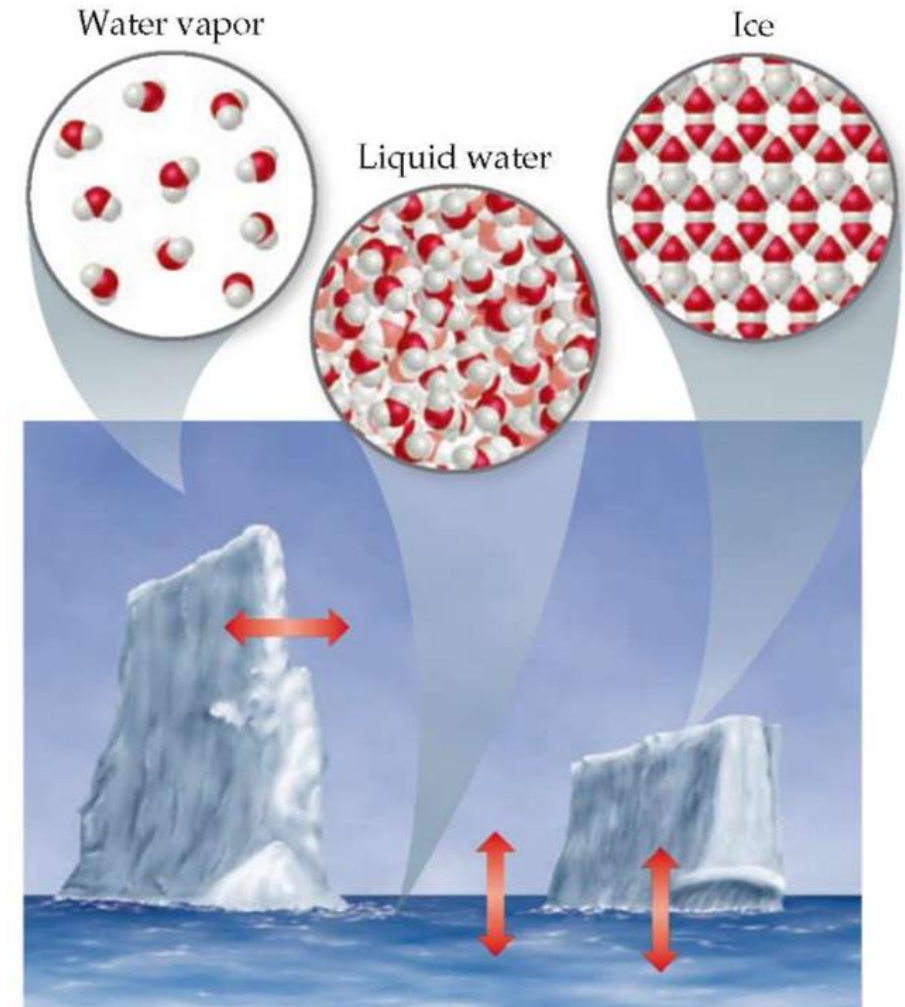
- Η ταξινόμηση των υλικών σωμάτων θα γίνει με βάση τα σωματίδια από τα οποία αποτελούνται.
- Υπάρχουν δύο τρόποι ταξινόμησης των υλικών σωμάτων.
- Ο πρώτος τρόπος ταξινόμησης στηρίζεται στις **σχετικές θέσεις** των σωματιδίων και **πόσο ισχυρά αλληλεπιδρούν μεταξύ τους**.
- Ο τρόπος αυτός ταξινόμησης συχνά ονομάζεται **ταξινόμηση με βάση τη φυσική κατάσταση**.



Ταξινόμηση με βάση τη φυσική κατάσταση

➤ Τα υλικά σώματα με βάση τη φυσική τους κατάσταση ταξινομούνται σε:

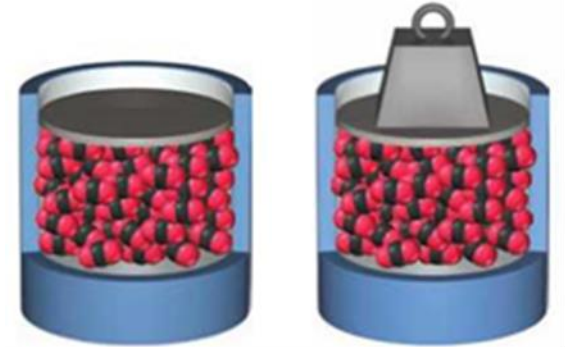
- ✓ στερεά
- ✓ υγρά
- ✓ αέρια



Στερεά



- Τα σωματίδια από τα οποία αποτελούνται τα στερεά σώματα έλκονται ισχυρά μεταξύ τους.
- Κατά συνέπεια, τα σωματίδια ταξινομούνται κοντά το ένα σε σχέση με το άλλο σε καθορισμένες θέσεις.
- Τα στερεά έχουν καθορισμένο όγκο και σχετικά άκαμπτο σχήμα.
- Είναι σχετικά ασυμπίεστα, δηλαδή έχουν την τάση να διατηρούν το σχήμα τους κατά την επίδραση εξωτερικών δυνάμεων.





- Τα σωματίδια από τα οποία αποτελούνται τα υγρά σώματα ταξινομούνται περίπου το ίδιο κοντά μεταξύ τους όσο και στα στερεά σώματα.
- Όμως, οι δυνάμεις μεταξύ των σωματιδίων είναι ελαφρώς πιο ασθενείς.
- Κατά συνέπεια, τα σωματίδια μπορούν να κινούνται το ένα ως προς το άλλο.
- Άρα τα υγρά είναι ρευστά και σχετικά ασυμπίεστα.
- Έχουν καθορισμένο όγκο αλλά όχι καθορισμένο σχήμα.
- Αποκτούν το σχήμα του δοχείου που τα περιέχει.



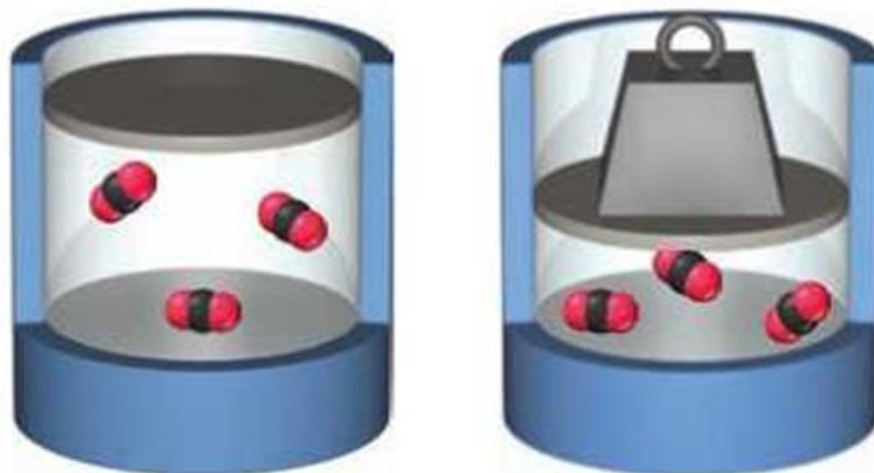
Αέρια

- Τα σωματίδια από τα οποία αποτελούνται τα αέρια σώματα έλκονται μεταξύ τους πολύ ασθενώς.
- Οι έλξεις είναι τόσο ασθενείς ώστε τα σωματίδια μπορούν να κινούνται άτακτα προς όλες τις κατευθύνσεις.
- Καταλαμβάνουν όλο το διαθέσιμο χώρο ενός δοχείου.
- Μπορούν να διανύουν σχετικά μεγάλες αποστάσεις πριν συγκρουστούν μεταξύ τους.

Αέρια

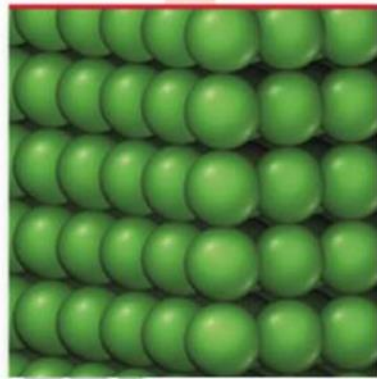


- Οι μεγάλοι χώροι μεταξύ των σωματιδίων κάνουν τα αέρια εύκολα συμπιεστά.

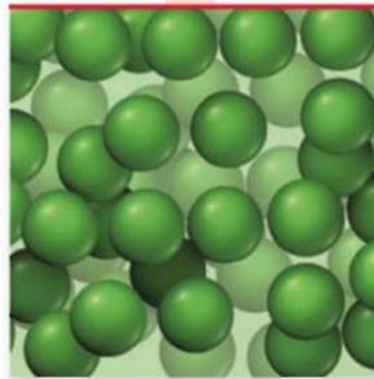


- Δεν έχουν καθορισμένο όγκο ή σχήμα.
- Αποκτούν το όγκο και το σχήμα του δοχείο που τα περιέχει.

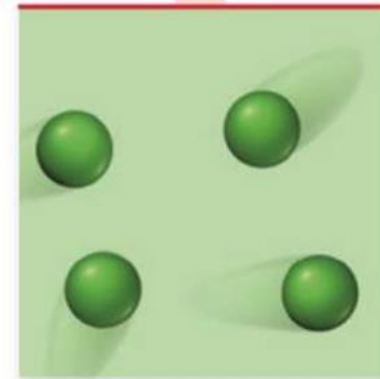
Στερεά, Υγρά και Αέρια



Solid matter

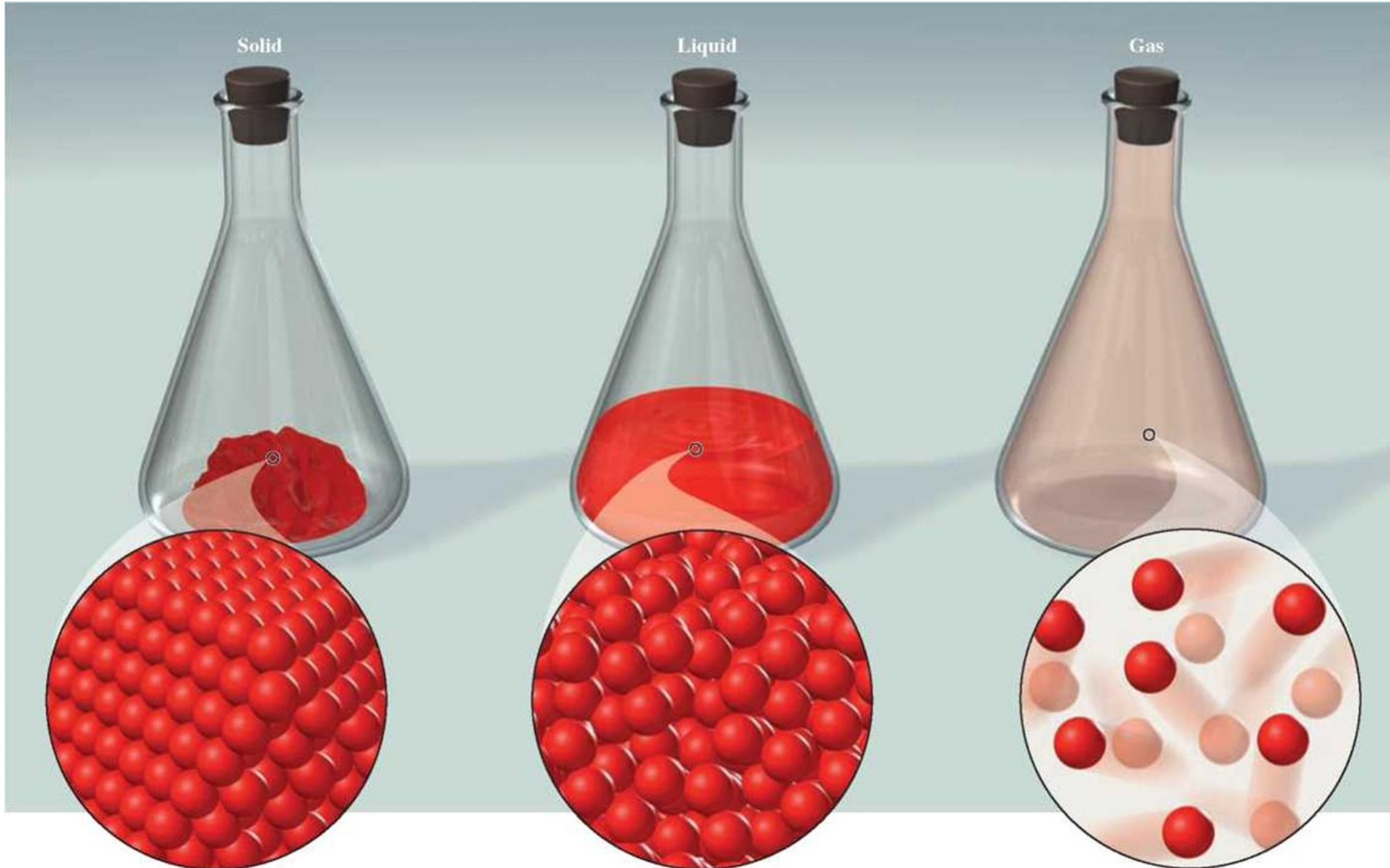


Liquid matter



Gaseous matter

Στερεά, Υγρά και Αέρια

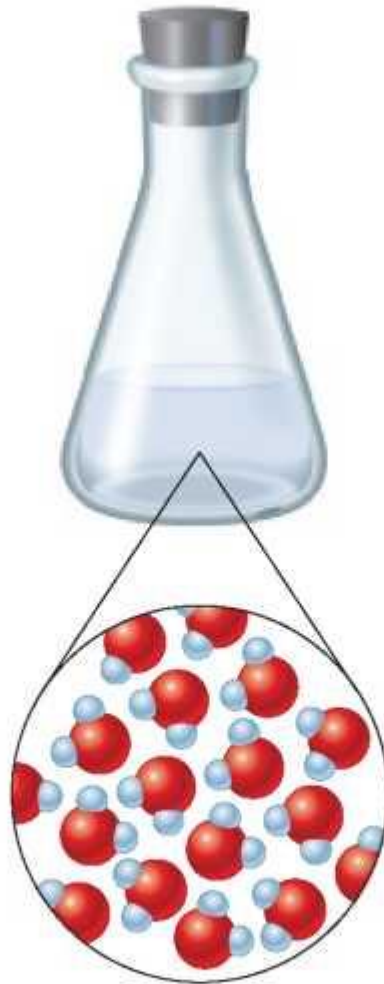


Πάγος, νερό, υδρατμοί



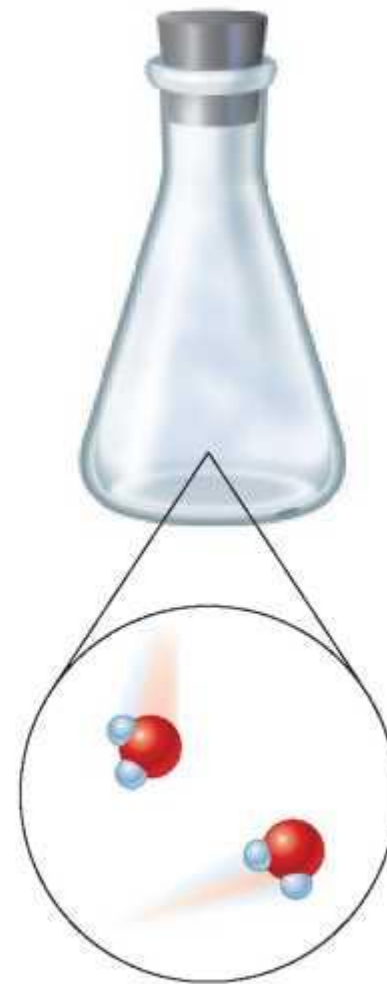
Ice

Solid: The water molecules are locked into rigid positions and are close together.



Water

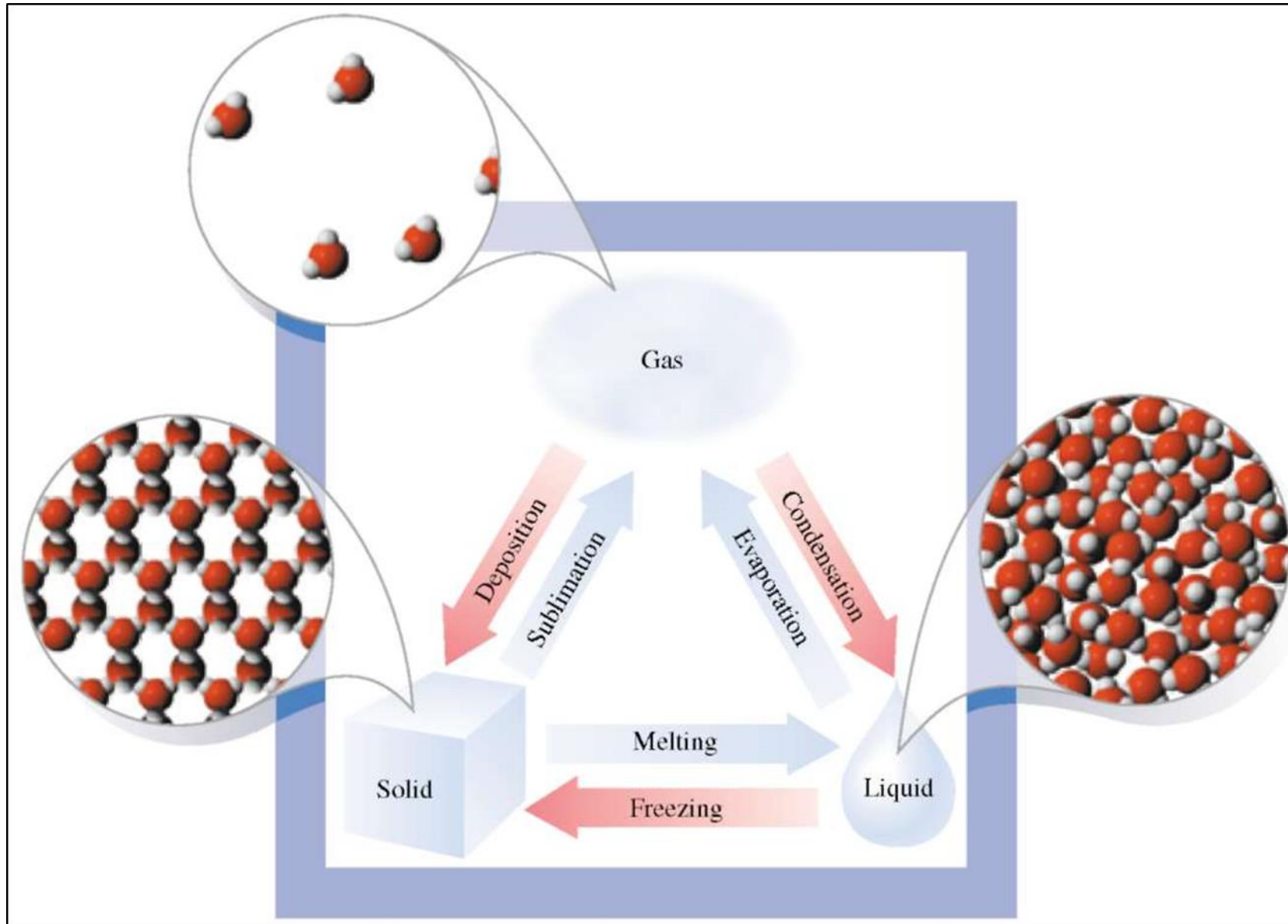
Liquid: The water molecules are still close together but can move around to some extent.



Steam

Gas: The water molecules are far apart and move randomly.

Στερεά, Υγρά και Αέρια





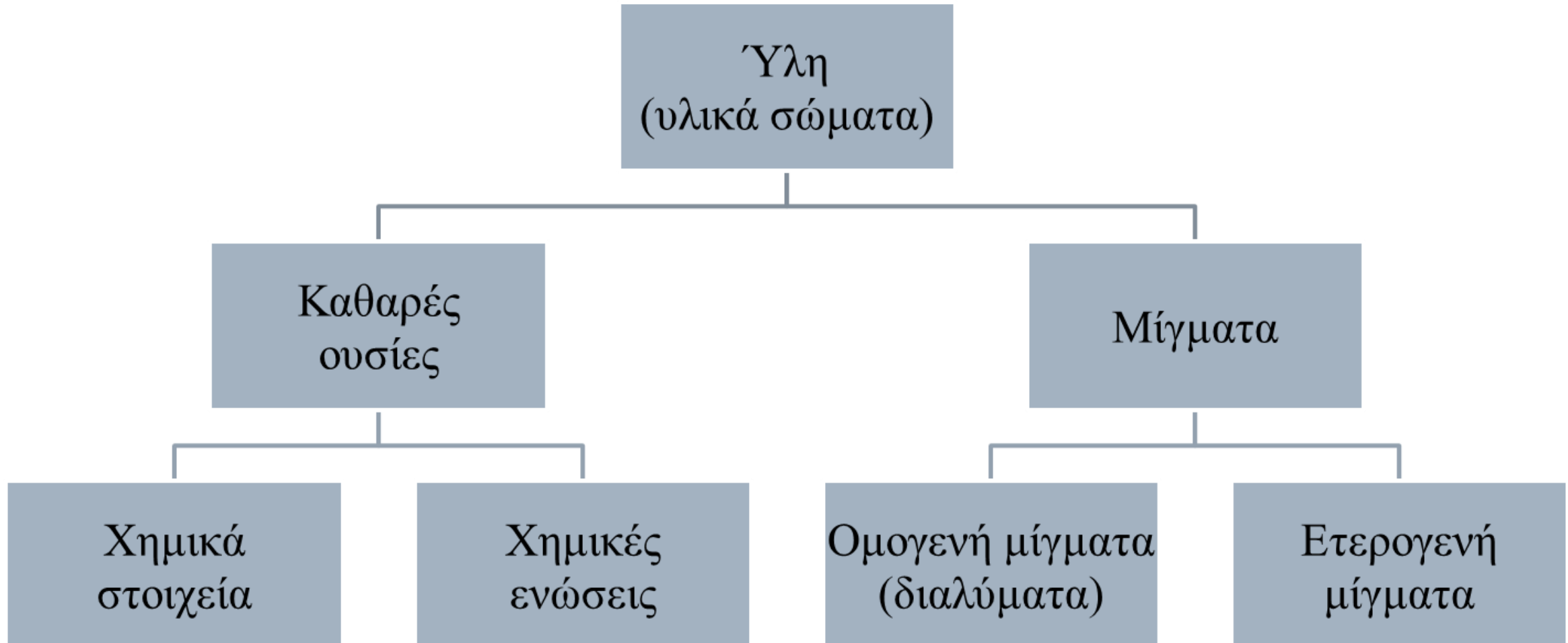
Ταξινόμηση με βάση τη χημική σύσταση

- Ο δεύτερος τρόπος ταξινόμησης γίνεται με βάση τη χημική σύσταση της ύλης, δηλαδή με βάση τα είδη των σωματιδίων που περιέχουν τα υλικά σώματα.
- Δηλαδή, ταξινομούμε τα υλικά σώματα με βάση το αν αποτελούνται από ένα ή περισσότερα είδη σωματιδίων.



Ταξινόμηση με βάση τη χημική σύσταση

- Τα υλικά σώματα με βάση τη χημική τους σύσταση ταξινομούνται ως εξής:





Ταξινόμηση με βάση τη χημική σύσταση

- Αν το υλικό σώμα αποτελείται από ένα μόνο είδος σωματιδίων τότε ονομάζεται **καθαρή ουσία (pure substance)** ή **χημική ουσία (chemical substance)**.
- Οι χημικές ουσίες έχουν σταθερή και καθορισμένη σύσταση, δηλαδή η χημικής τους σύσταση δεν μεταβάλλεται από δείγμα σε δείγμα.
- Τα σωματίδια τα οποία αποτελούν μία καθαρή ουσία μπορεί να είναι είτε μεμονωμένα **άτομα**, είτε **ομάδες ατόμων** ενωμένων μεταξύ τους.



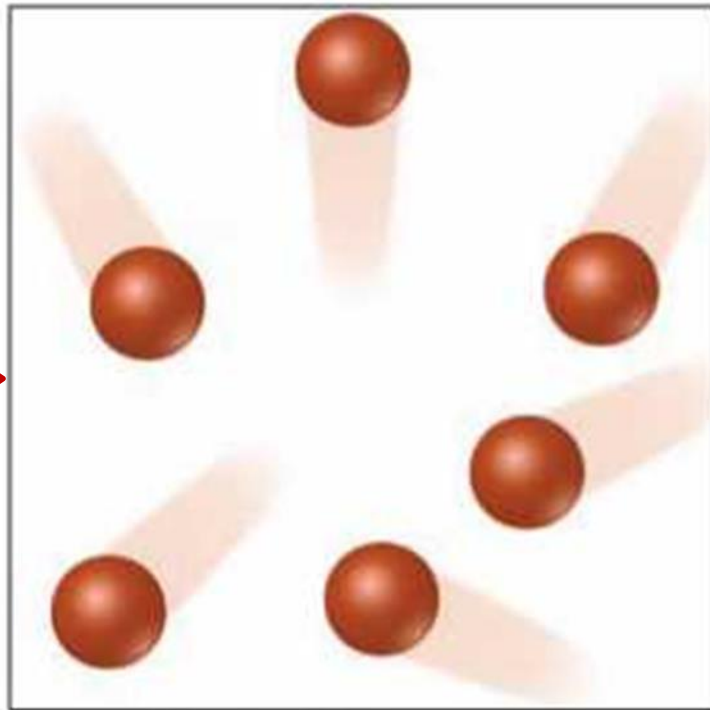
Ταξινόμηση με βάση τη χημική σύσταση

- Αν η χημική ουσία αποτελείται από ένα μόνο είδος ατόμων τότε ονομάζεται **χημικό στοιχείο (chemical element)**.
- Τα χημικά στοιχεία δεν μπορούν να διαχωριστούν σε άλλα απλούστερα είδη ύλης.
- Αν η χημική ουσία αποτελείται από παραπάνω από ένα είδη ατόμων τότε ονομάζεται **χημική ένωση (chemical compound)**.

Άτομα και μόρια στοιχείων

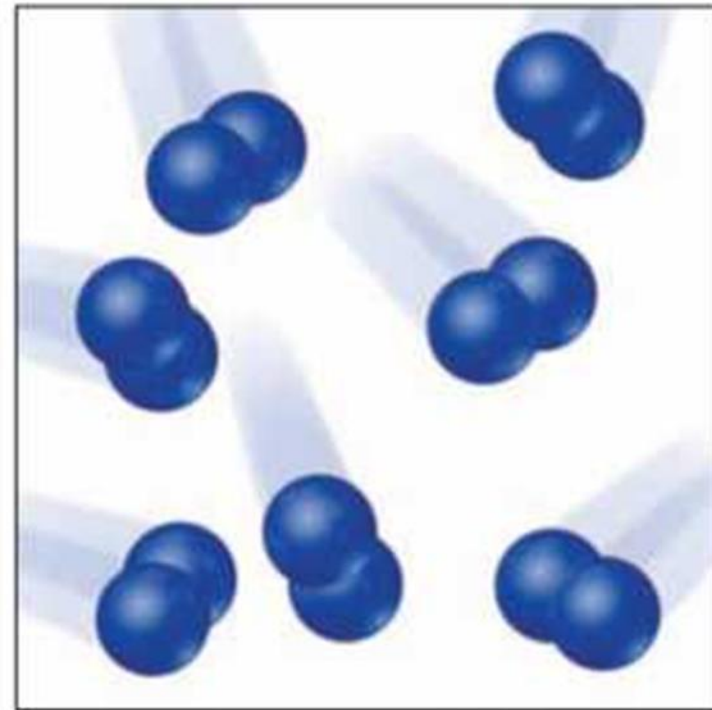


Μονοατομικά
στοιχεία:
π.χ. He



(a) Atoms of an element

Διατομικά
στοιχεία:
π.χ. H_2 , O_2 , N_2



(b) Molecules
of an element

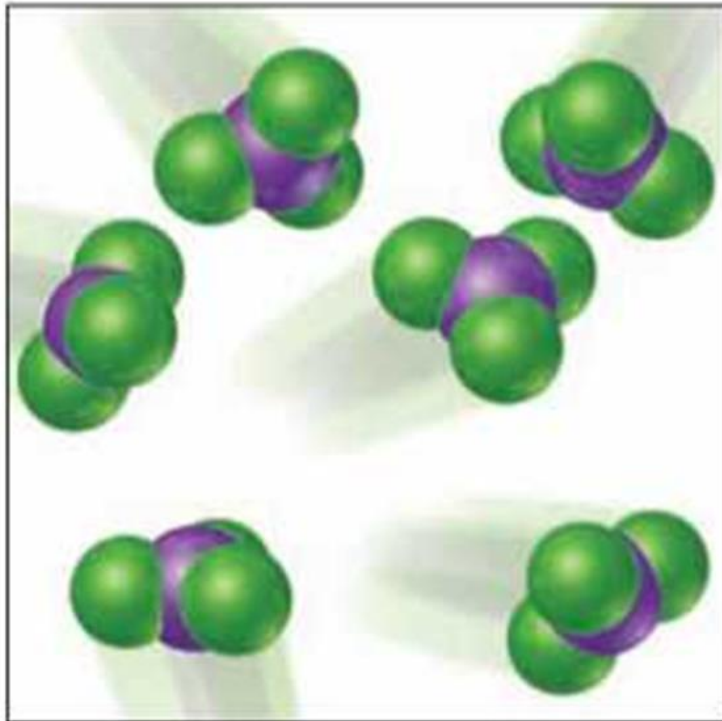
Only one kind of atom is in any element.



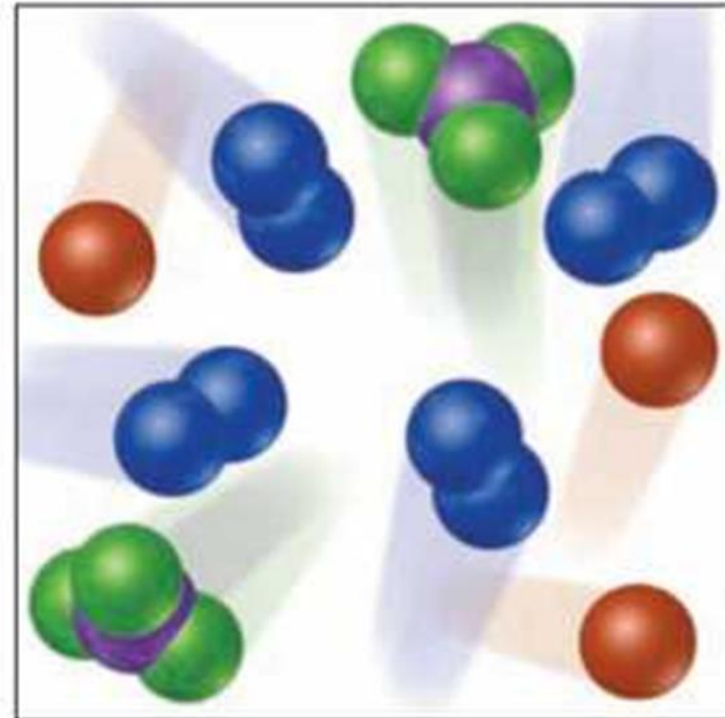
Ταξινόμηση με βάση τη χημική σύσταση

- Αν το υλικό σώμα αποτελείται από περισσότερα από ένα είδη σωματιδίων τότε ονομάζεται **μείγμα (mixture)**.
- Η σύσταση του μείγματος ποικίλει από δείγμα σε δείγμα.
- Αν το μείγμα έχει την ίδια σύσταση σε όλη την έκταση της μάζας του τότε ονομάζεται **ομογενές (homogeneous)**.
- Αν το μείγμα δεν έχει την ίδια σύσταση σε όλη την έκταση της μάζας του τότε ονομάζεται **ετερογενές (heterogeneous)**.

Ενώσεις και μείγματα



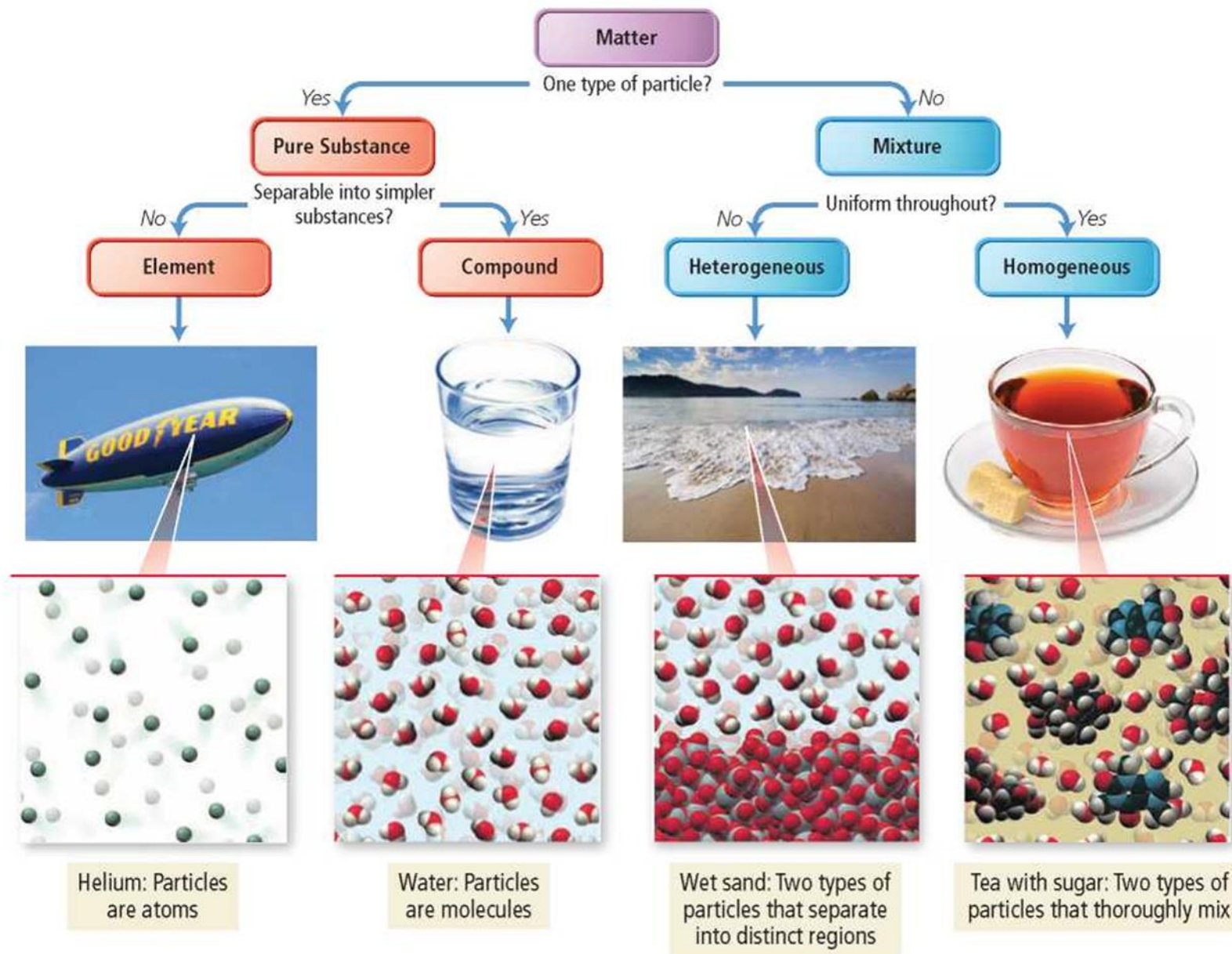
(c) Molecules
of a compound



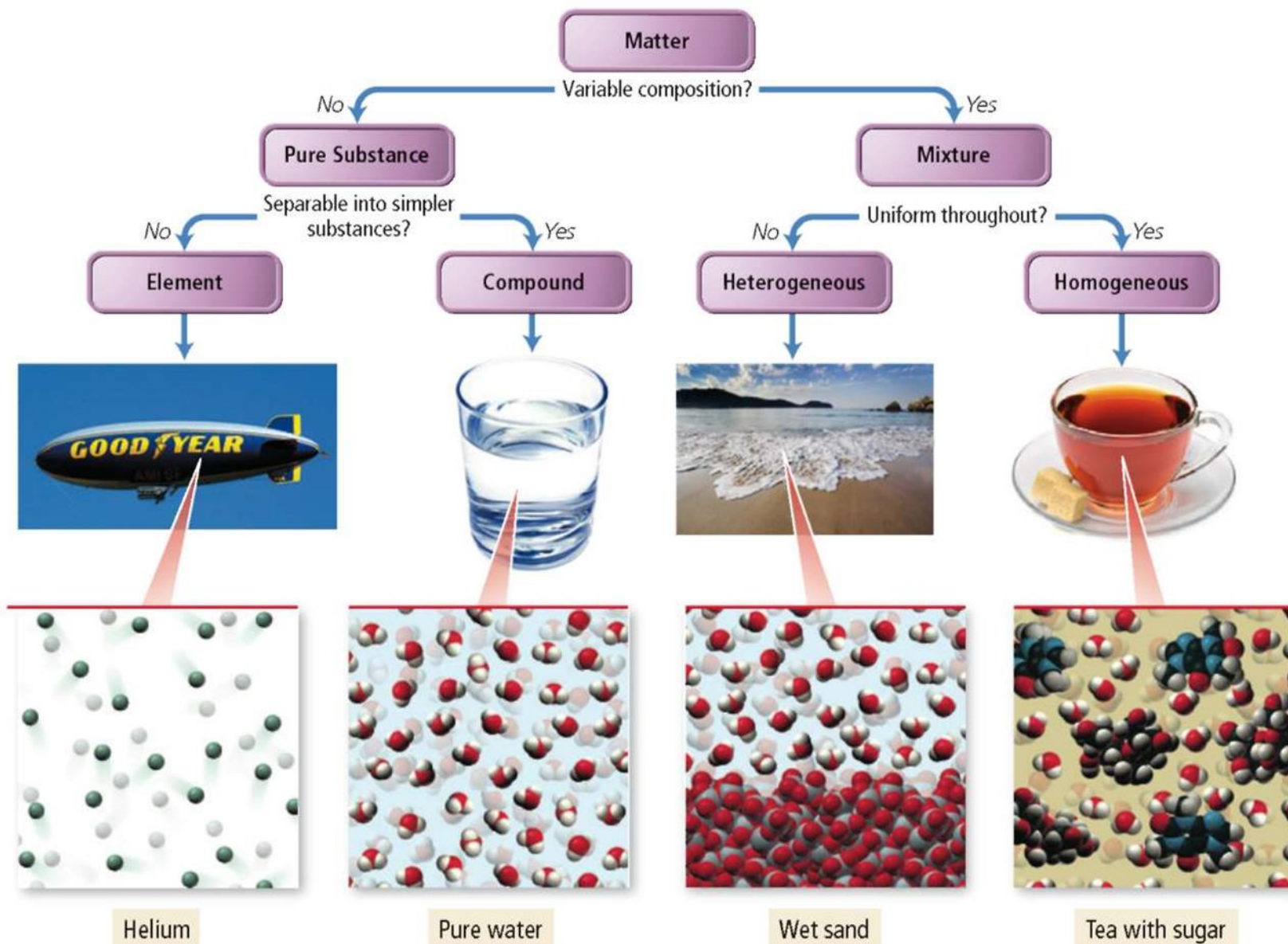
(d) Mixture of elements
and a compound

Compounds must have at
least two kinds of atoms.

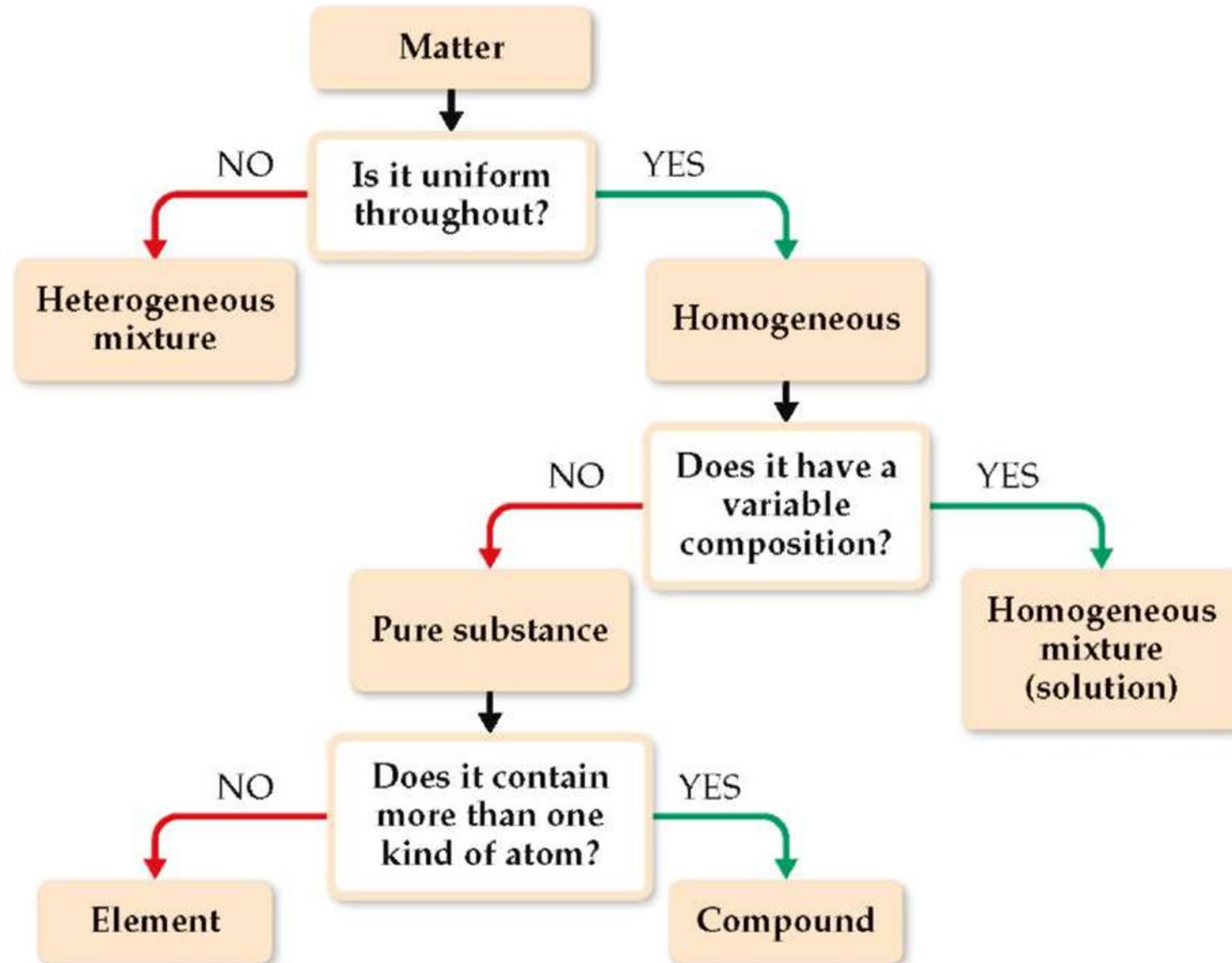
Ταξινόμηση με βάση τη χημική σύσταση



Ταξινόμηση με βάση τη χημική σύσταση



Ταξινόμηση της ύλης

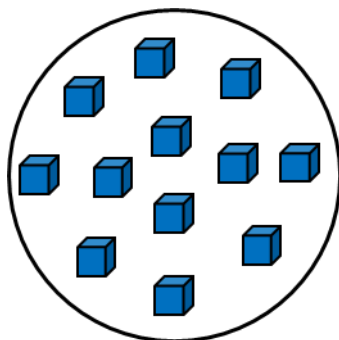


Παράδειγμα 1.1

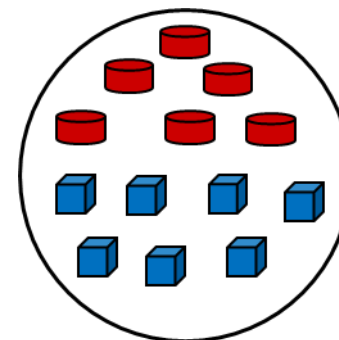


- Κάθε ένα σχήμα αναπαριστά ένα είδος σωματιδίων (άτομα, ή μόρια). Ταξινομήστε τις παρακάτω ουσίες με βάση τη χημική τους δομή:

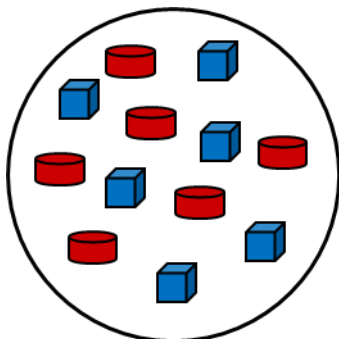
i.



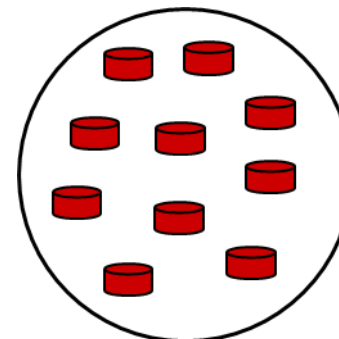
ii.



iii.



iv.





Παράδειγμα 1.1

- Απάντηση:
- i. Χημικό στοιχείο ή χημική ένωση
 - ii. Ετερογενές μείγμα
 - iii. Ομογενές μείγμα
 - iv. Χημικό στοιχείο ή χημική ένωση



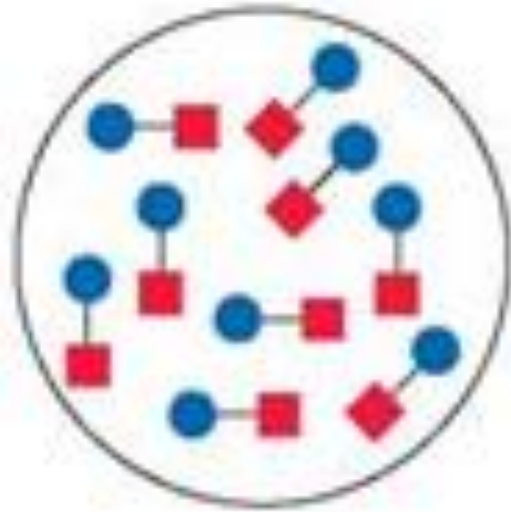
Παράδειγμα 1.2

- Χρησιμοποιώντας μικρούς κύκλους για να συμβολίσετε ένα είδος ατόμων και μικρά τετράγωνα για να συμβολίσετε ένα άλλο είδος ατόμων, να σχεδιάσετε:
 - a) μία καθαρή ουσία (ένωση) η οποία αποτελείται από τα δύο στοιχεία σε αναλογία ένα προς ένα
 - b) ένα ομογενές μείγμα αποτελούμενο από τα δύο στοιχεία
 - c) ένα ετερογενές μείγμα αποτελούμενο από τα δύο στοιχεία

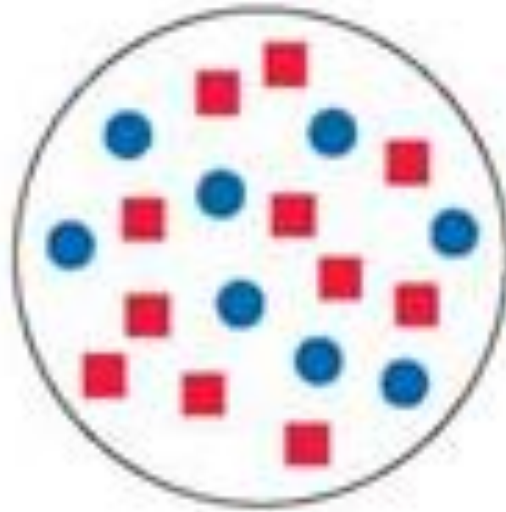
Παράδειγμα 1.2



➤ Απάντηση:



(a)



(b)



(c)



Παράδειγμα 1.3

- Ο «λευκός χρυσός» (προσοχή!!! όχι το στοιχείο λευκόχρυσος, σύμβολο Pt) περιέχει χρυσό και ένα «λευκό» μέταλλο, όπως είναι το παλλάδιο, Pd.
- Δύο δείγματα λευκού χρυσού διαφέρουν ως προς τις σχετικές ποσότητες χρυσού και παλλαδίου που περιέχουν.
- Και τα δύο δείγματα είναι ομογενή σε όλη την έκταση της μάζας τους.
- Να ταξινομήσετε τα δείγματα αυτά του λευκού χρυσού ως προς τη χημική τους σύσταση.



Παράδειγμα 1.3

- Απάντηση:
- ✓ Τα δείγματα είναι ομογενή.
- ✓ Ωστόσο, διαφέρουν ως προς τη σύστασή τους. Κατά συνέπεια, δεν μπορεί να ανήκουν στην ίδια ένωση.
- ✓ Ως εκ τούτου, τα δείγματα είναι ομογενή μίγματα.
- ✓ Τα ομογενή μίγματα των μετάλλων ονομάζονται **κράματα**.



Καθαρές ουσίες

- **Καθαρές ουσίες ή χημικές ουσίες (pure or chemical substances):** το είδος της ύλης το οποίο δεν μπορεί να διαχωριστεί σε άλλα απλούστερα είδη ύλης με φυσικές μεθόδους.
- π.χ. υδρογόνο (H_2), οξυγόνο (O_2), άζωτο (N_2) άνθρακας (C), νερό (H_2O), χλωριούχο νάτριο (NaCl), αμμωνία (NH_3), αιθανόλη ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$), ... κ.ο.κ.
- Έχουν σταθερή και καθορισμένη σύσταση και τις ίδιες χαρακτηριστικές ιδιότητες, οι οποίες δεν μεταβάλλονται από δείγμα σε δείγμα.



Χημικά στοιχεία και ενώσεις

- Οι χημικές ουσίες χωρίζονται σε:
 - ✓ χημικά **στοιχεία** (elements)
 - ✓ χημικές **ενώσεις** (compounds)
- **Χημικά στοιχεία:** ουσίες οι οποίες δεν μπορούν να διασπαστούν με χημικό τρόπο σε άλλες απλούστερες ουσίες αλλά και δεν μπορούν να παραχθούν από άλλες απλούστερες ουσίες.



Χημικά στοιχεία

- Τα χημικά στοιχεία αποτελούνται από ένα μόνο είδος ατόμων: π.χ. υδρογόνο (H_2), οξυγόνο (O_2), άζωτο (N_2), άνθρακας (C), νάτριο (Na), ασβέστιο (Ca) ... κ.α.
- Άρα τα χημικά στοιχεία είναι όσα και τα διαφορετικά είδη ατόμων, δηλαδή **118 στοιχεία**.
- Τα 91 στοιχεία υπάρχουν στη Φύση, ενώ τα υπόλοιπα 27 έχουν παρασκευαστεί σε επιταχυντές σωματιδίων μέσω πυρηνικών αντιδράσεων.



Σύμβολα των χημικών στοιχείων

- Τα διάφορα στοιχεία παριστάνονται με **σύμβολα**.
- Τα σύμβολα αυτά είναι ένα ή δύο γράμματα του Αγγλικού αλφαβήτου τα οποία χρησιμοποιούνται για να παραστήσουμε ένα συγκεκριμένο στοιχείο.
- Συνήθως το σύμβολο αποτελείται από το πρώτο γράμμα του ονόματος του στοιχείου στα Αγγλικά ή στα Λατινικά ή σπανιότερα στα Γερμανικά, συνοδευόμενο συνήθως και από ένα δεύτερο γράμμα.

Σύμβολα και ονόματα των στοιχείων



Ατομικός Αριθμός	Σύμβολο	Ονομασία		Ατομικός Αριθμός	Σύμβολο	Ονομασία	
		Αγγλικά	Ελληνικά			Αγγλικά	Ελληνικά
1	H	Hydrogen	Υδρογόνο	11	Na	Sodium	Νάτριο
2	He	Helium	Ήλιο	12	Mg	Magnesium	Μαγνήσιο
3	Li	Lithium	Λίθιο	13	Al	Aluminium	Αργίλιο
4	Be	Beryllium	Βηρύλλιο	14	Si	Silicon	Πυρίτιο
5	B	Boron	Βόριο	15	P	Phosphorus	Φωσφόρος
6	C	Carbon	Άνθρακας	16	S	Sulfur	Θείο
7	N	Nitrogen	Άζωτο	17	Cl	Chlorine	Χλώριο
8	O	Oxygen	Οξυγόνο	18	Ar	Argon	Αργό
9	F	Fluorine	Φθόριο	19	K	Potassium	Κάλιο
10	Ne	Neon	Νέο	20	Ca	Calcium	Ασβέστιο

Μέταλλα
Αμέταλλα
Μεταλλοειδή

*Λανθανίδες

***ΑΚΤΙΝΙΔΕΣ

81

Χημικά στοιχεία (https://ptable.com)



The periodic table of the elements

Images: www.periodictable.com WebElements data: www.webelements.com Element samples: www.element-collection.com

Χημικά στοιχεία



Υδράργυρος, Hg



Αρσενικό, As



Θείο, S



Βισμούθιο, Bi



Μαγνήσιο, Mg



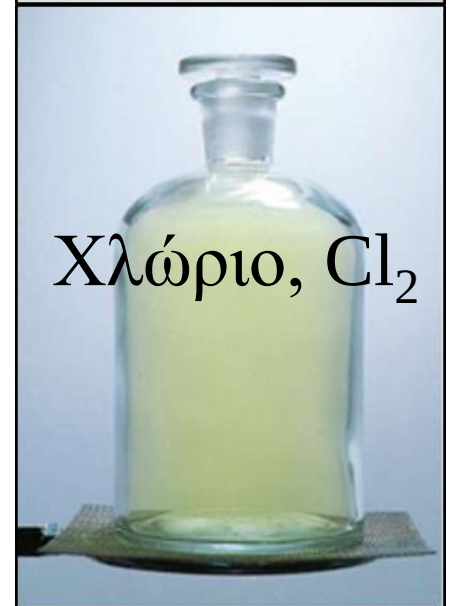
Ιώδιο, I₂



Βρώμιο, Br₂



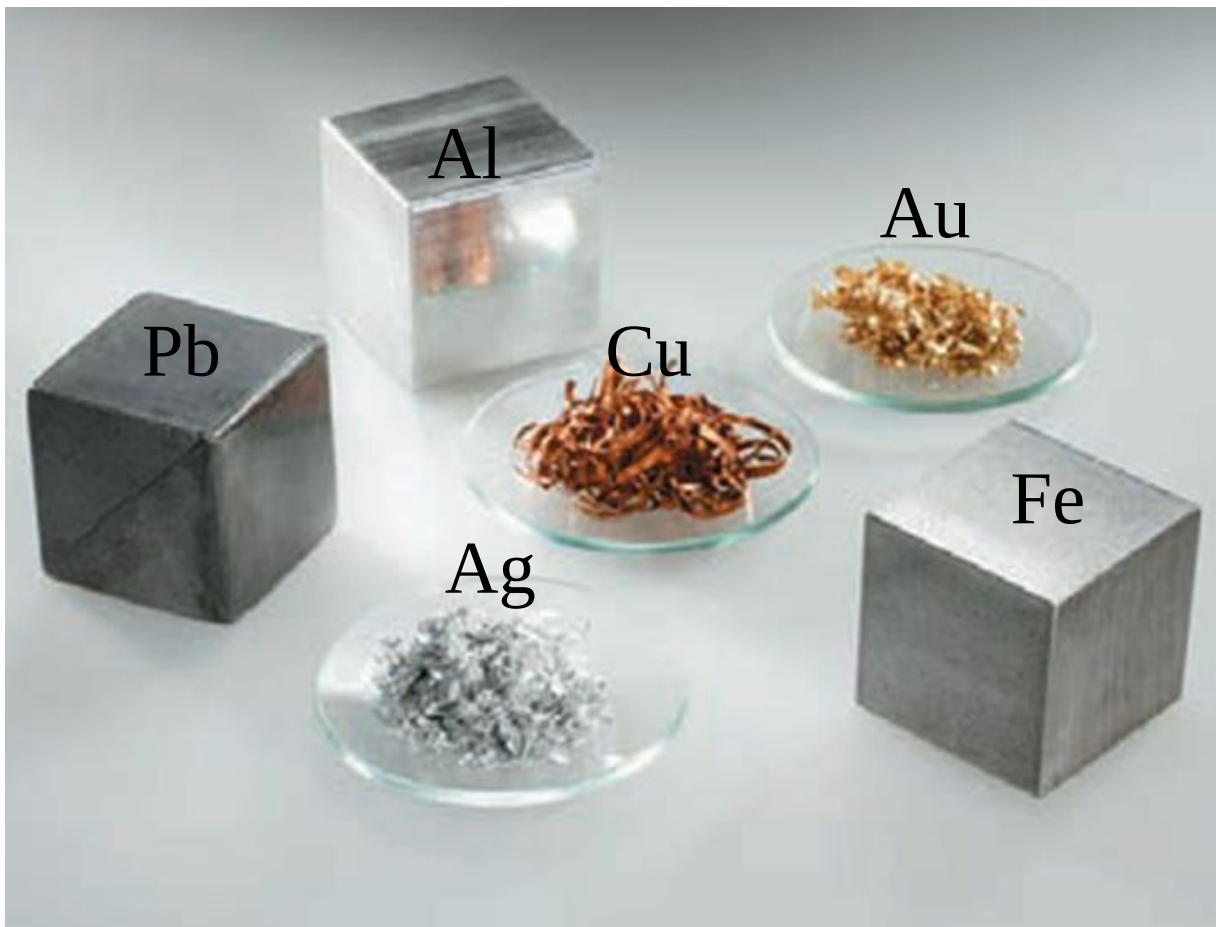
Χλώριο, Cl₂



Χημικά στοιχεία: Μέταλλα και αμέταλλα



Μέταλλα



Αμέταλλα





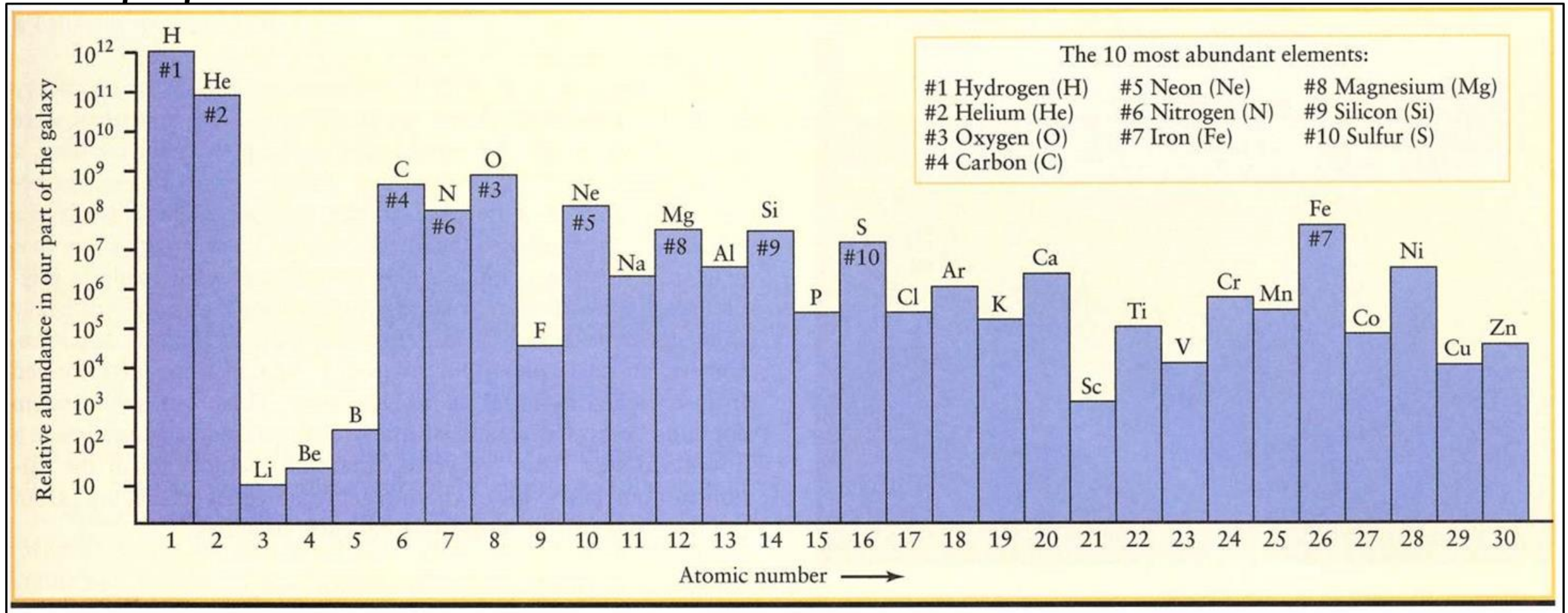
Χημικά στοιχεία

- Τα χημικά στοιχεία ποικίλουν πάρα πολύ ως προς την αφθονία τους στη Φύση.
- Το πιο άφθονο στοιχείο στο Σύμπαν είναι το υδρογόνο.
- Το υδρογόνο αποτελεί περίπου το 74% της μάζας του Γαλαξία μας (Milky Way), ενώ το ήλιο αποτελεί περίπου το 24%.
- Δηλαδή, το υδρογόνο και το ήλιο αποτελούν συνολικά το 98% της μάζας του Γαλαξία μας!!!.

Σχετική αφθονία των στοιχείων στο Γαλαξία μας



- Σχετική αφθονία των 30 πρώτων στοιχείων του Περιοδικού Πίνακα στο Γαλαξία μας συγκρινόμενα με την τιμή 10^{12} για το υδρογόνο.

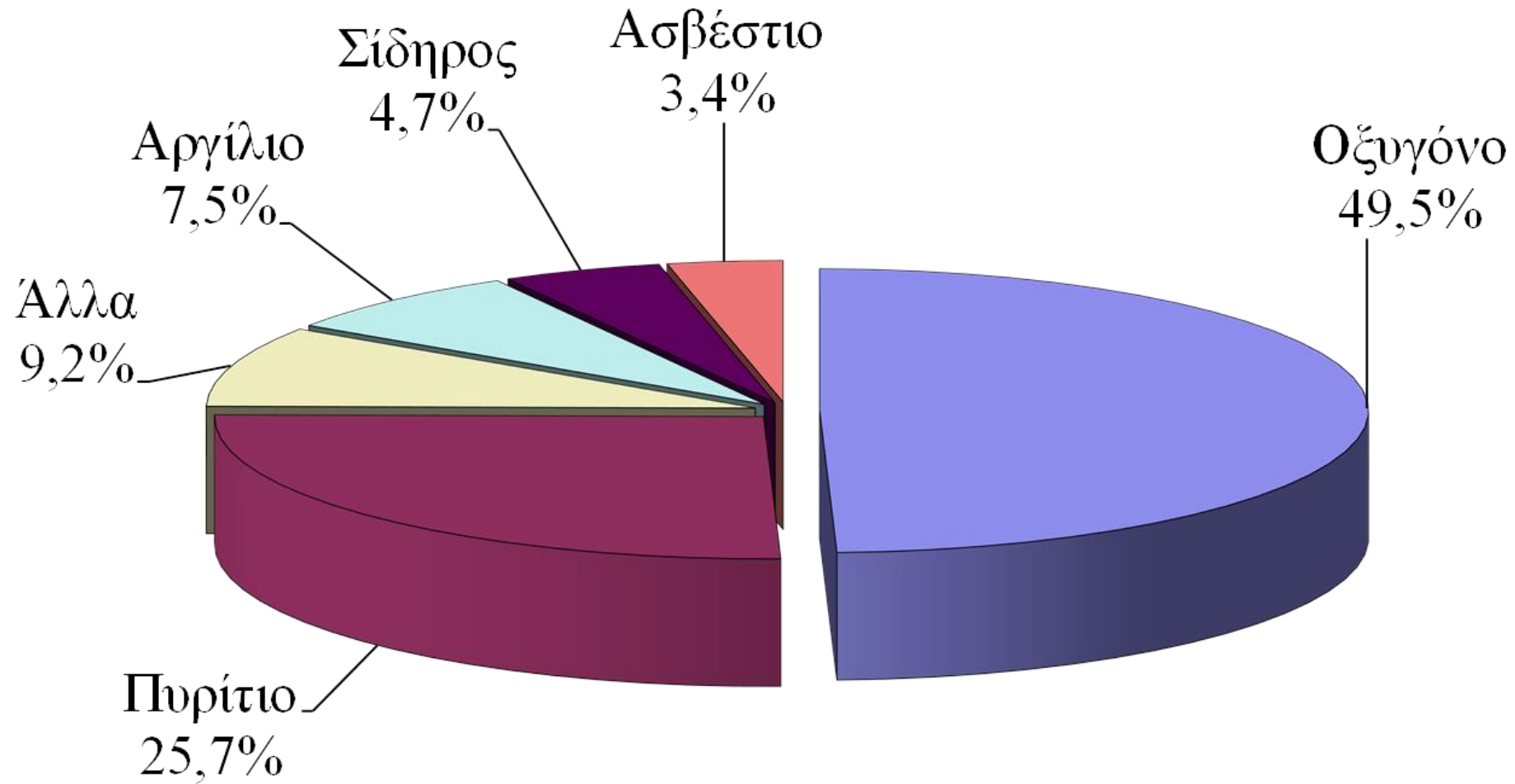


Χημικά στοιχεία



- Μόλις 5 στοιχεία, συγκεκριμένα το οξυγόνο, το πυρίτιο, το αργίλιο, ο σίδηρος και το ασβέστιο αποτελούν πάνω από το 90% της μάζας του φλοιού της Γης (συμπεριλαμβανομένων των ωκεανών και της ατμόσφαιρας).

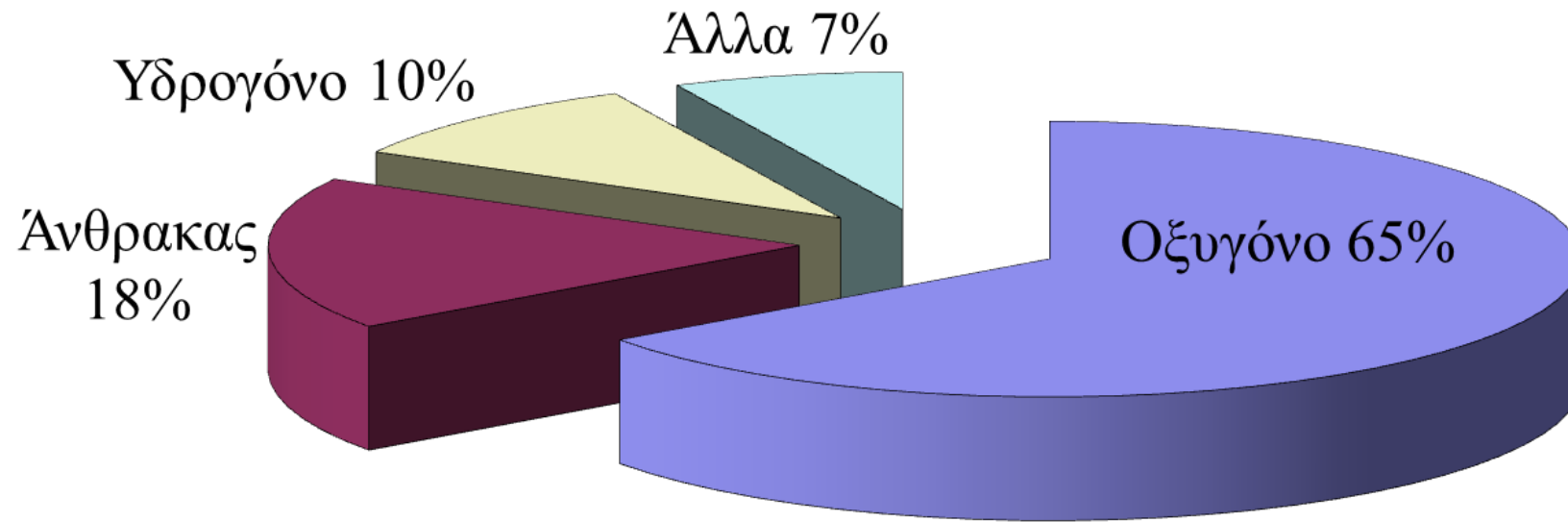
Κατανομή των στοιχείων στο φλοιό της Γης





Κατανομή των στοιχείων στο ανθρώπινο σώμα

- Μόλις 3 στοιχεία, συγκεκριμένα το οξυγόνο, ο άνθρακας και το υδρογόνο αποτελούν πάνω από το 90% της μάζας του ανθρωπίνου σώματος.

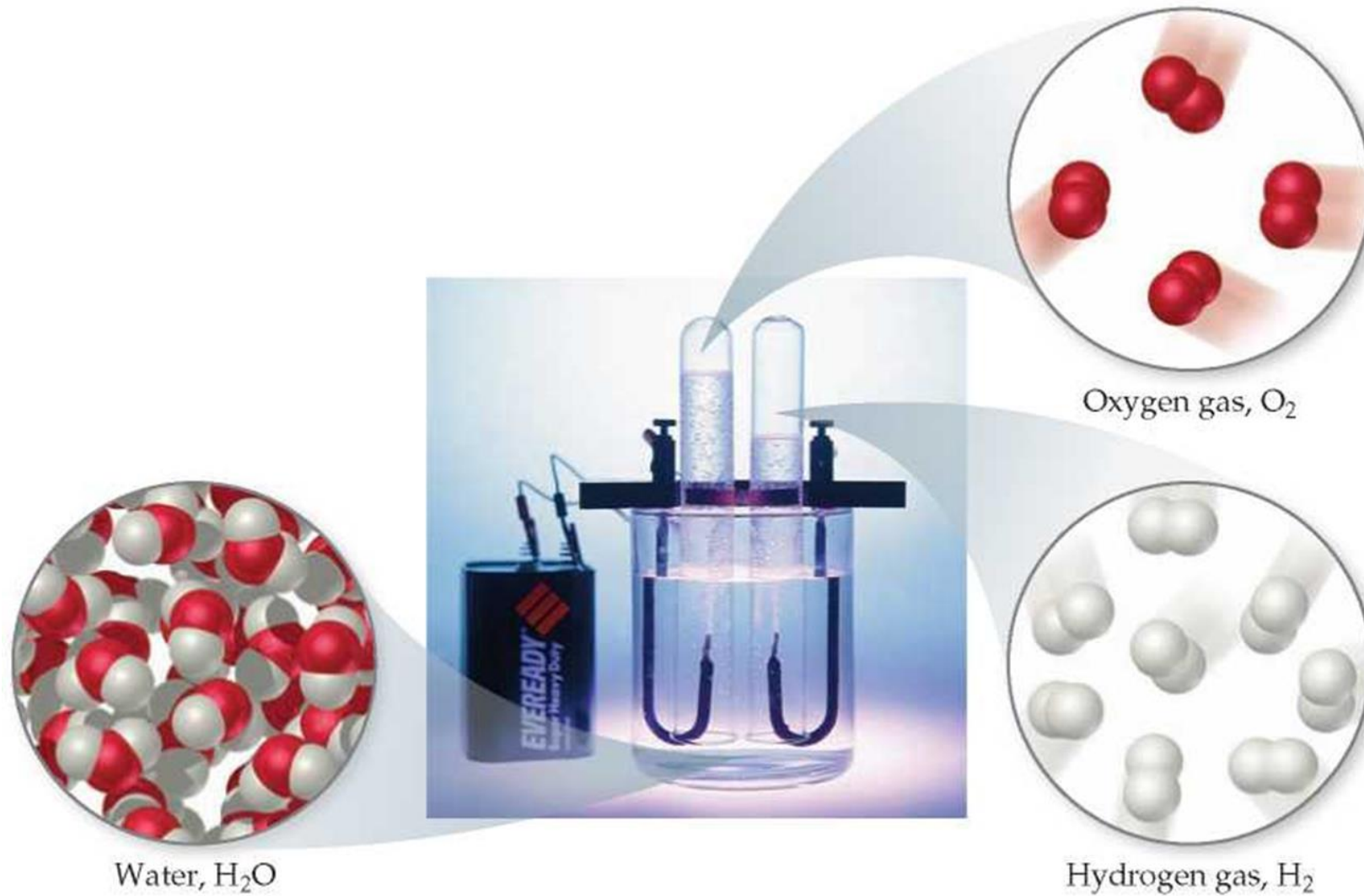




Χημικές ενώσεις

- **Χημικές ενώσεις:** ουσίες οι οποίες αποτελούνται από δύο ή περισσότερα στοιχεία ενωμένα μεταξύ τους με χημικό δεσμό.
- Περιέχουν δύο ή περισσότερα είδη ατόμων.
- π.χ. νερό (H_2O), χλωριούχο νάτριο (NaCl), θειικό οξύ (H_2SO_4), μεθάνιο (CH_4), αιθανόλη ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$), οξικό οξύ (CH_3COOH) ... κ.α.
- Χημικά ενώσεις: λέξεις της Χημείας.

Χημικά στοιχεία και ενώσεις



Ηλεκτρόλυση του νερού

Νερό, H_2O



- Τα καθαρό νερό, ανεξάρτητα από την προέλευσή του, αποτελείται από 11% κατά βάρος υδρογόνο και 89% κατά βάρος οξυγόνο.



Hydrogen atom
(written H)



Oxygen atom
(written O)



Water molecule
(written H_2O)

Oxygen molecule



(written O_2)

Hydrogen molecule



(written H_2)

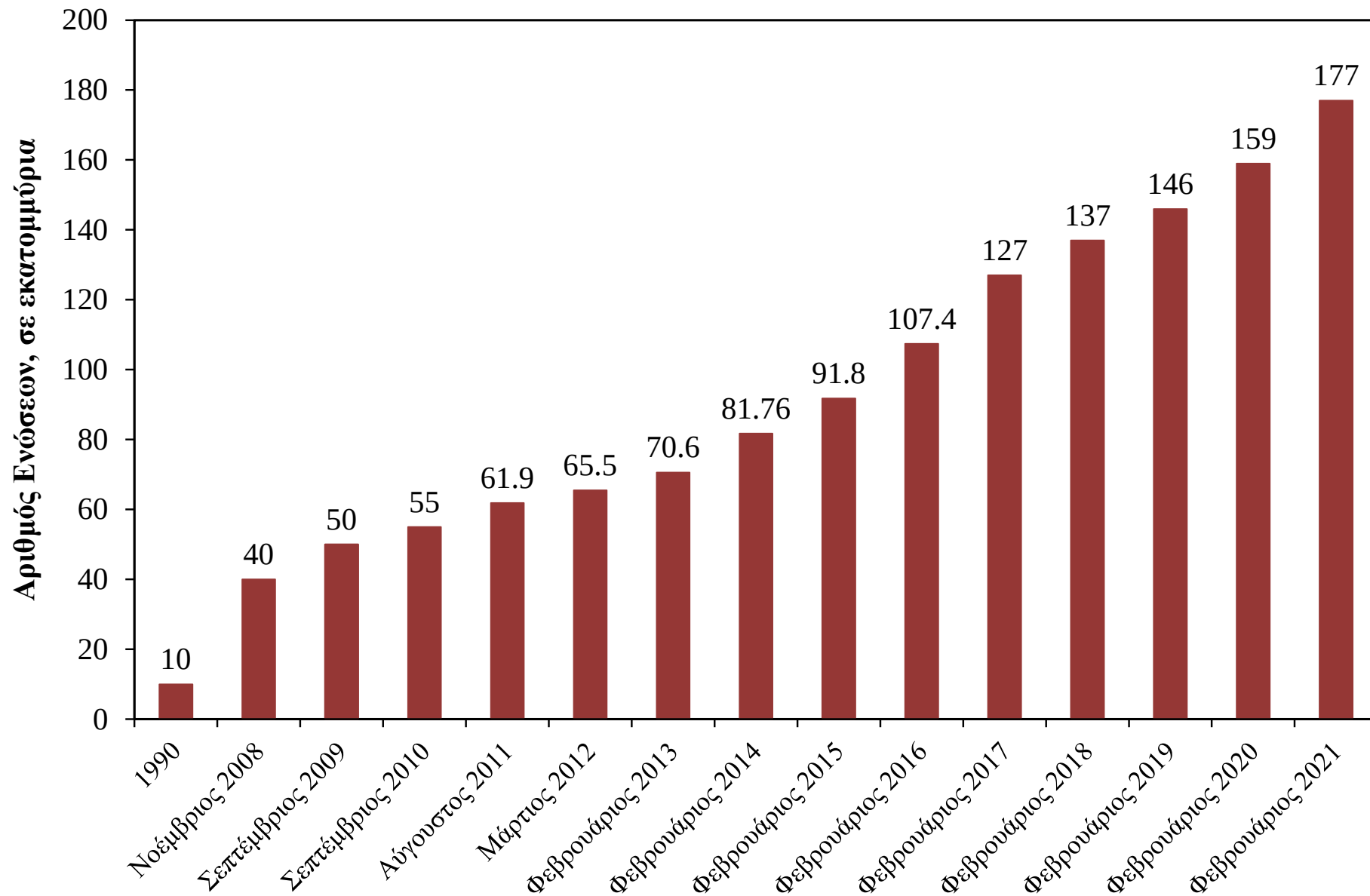


Νερό, υδρογόνο και οξυγόνο

- Όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα, οι ιδιότητες του νερού είναι εντελώς διαφορετικές από τις ιδιότητες των στοιχείων που το αποτελούν (υδρογόνο και οξυγόνο)

	Νερό	Υδρογόνο	Οξυγόνο
Φυσική κατάσταση	Υγρό	Αέριο	Αέριο
Σημείο ζέσεως	100 °C	−253 °C	−183 °C
Πυκνότητα (15 °C, 1 atm)	1000 g/L	0,084 g/L	1,33 g/L
Εύφλεκτο	Όχι	Ναι	Ναι

Χημικές ουσίες, πηγή: <http://www.cas.org>



Ταξινόμηση της ύλης βάσει της χημικής σύστασης



- **Μείγματα:** τα υλικά σώματα τα οποία μπορούν να διαχωριστούν με φυσικές μεθόδους στα συστατικά από τα οποία αποτελούνται, π.χ. νερό + αλάτι, νερό + ζάχαρη, νερό + λάδι, ...
- Τα μείγματα έχουν μεταβλητή σύσταση ανάλογα με τον τρόπο παρασκευής τους.
- **Ομογενή μείγματα:** έχουν την ίδια σύσταση και τις ίδιες ιδιότητες σε όλη την έκταση της μάζας τους, π.χ. νερό + αλάτι.
- Τα ομογενή μείγματα ονομάζονται **διαλύματα**.

Ομογενή Μείγματα



Ταξινόμηση της ύλης βάσει της χημικής σύστασης



- **Ετερογενή μείγματα:** δεν έχουν την ίδια σύσταση και τις ίδιες ιδιότητες σε όλη την έκταση της μάζας τους, π.χ. νερό + λάδι.



διχρωμικό κάλιο και
ρινίσματα σιδήρου



διαχωρισμός του μίγματος
με μαγνήτη

Ετερογενή μείγματα



Ετερογενή μείγματα



μείγμα άμμου και
ρινισμάτων σιδήρου



διαχωρισμός του μείγματος
με μαγνήτη



Φάση (Phase)

- Φάση είναι ένα τμήμα ενός υλικού σώματος, το οποίο είναι ομογενές ως προς τη σύσταση και τις ιδιότητές του, έχει διακριτά όρια και μπορεί να διαχωριστεί από άλλες φάσεις με φυσικό τρόπο.
- ✓ Π.χ. αλάτι (στερεή φάση) και ζάχαρη (στερεή φάση)
- ✓ νερό (υγρή φάση) και πάγος (στερεή φάση)
- ✓ φυσαλίδες αέρα (αέρια φάση) και νερό (υγρή φάση)



Παράδειγμα 1.4

- Ένα δείγμα ασκορβικού οξέος (βιταμίνη C) συντίθεται στο εργαστήριο και βρέθηκε ότι περιέχει 1,50 g άνθρακα και 2,00 g οξυγόνου.
- Ένα άλλο δείγμα ασκορβικού οξέος απομονώνεται από χυμό πορτοκαλιού και βρέθηκε ότι περιέχει 6,35 g άνθρακα.
- Να υπολογίσετε πόσα γραμμάρια οξυγόνου περιέχει το δείγμα αυτό;
- **Απάντηση**: Η αναλογία μαζών άνθρακα προς οξυγόνο είναι ίση με $1,50/2,00 = 0,75$
- Άρα $6,35/x = 0,75$, κατά συνέπεια $x = 8,47$. Συνεπώς, το δεύτερο δείγμα περιέχει 8,47 γραμμάρια οξυγόνου.



Παράδειγμα 1.5

- Οι αναλύσεις διαφόρων δειγμάτων ενός υλικού που περιέχει μόνο σίδηρο και οξυγόνο, έδωσαν τα παρακάτω αποτελέσματα.

	Μάζα δείγματος, σε g	Μάζα σιδήρου, σε g	Μάζα οξυγόνου, σε g
Δείγμα Α	1,518	1,094	0,424
Δείγμα Β	2,056	1,449	0,607
Δείγμα Γ	1,873	1,335	0,538

- Θα μπορούσε το υλικό αυτό να είναι μία καθαρή χημική ένωση;



Παράδειγμα 1.5

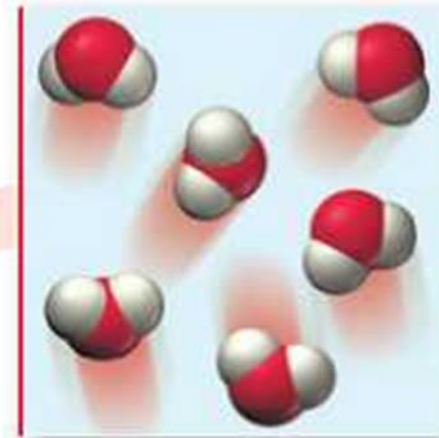
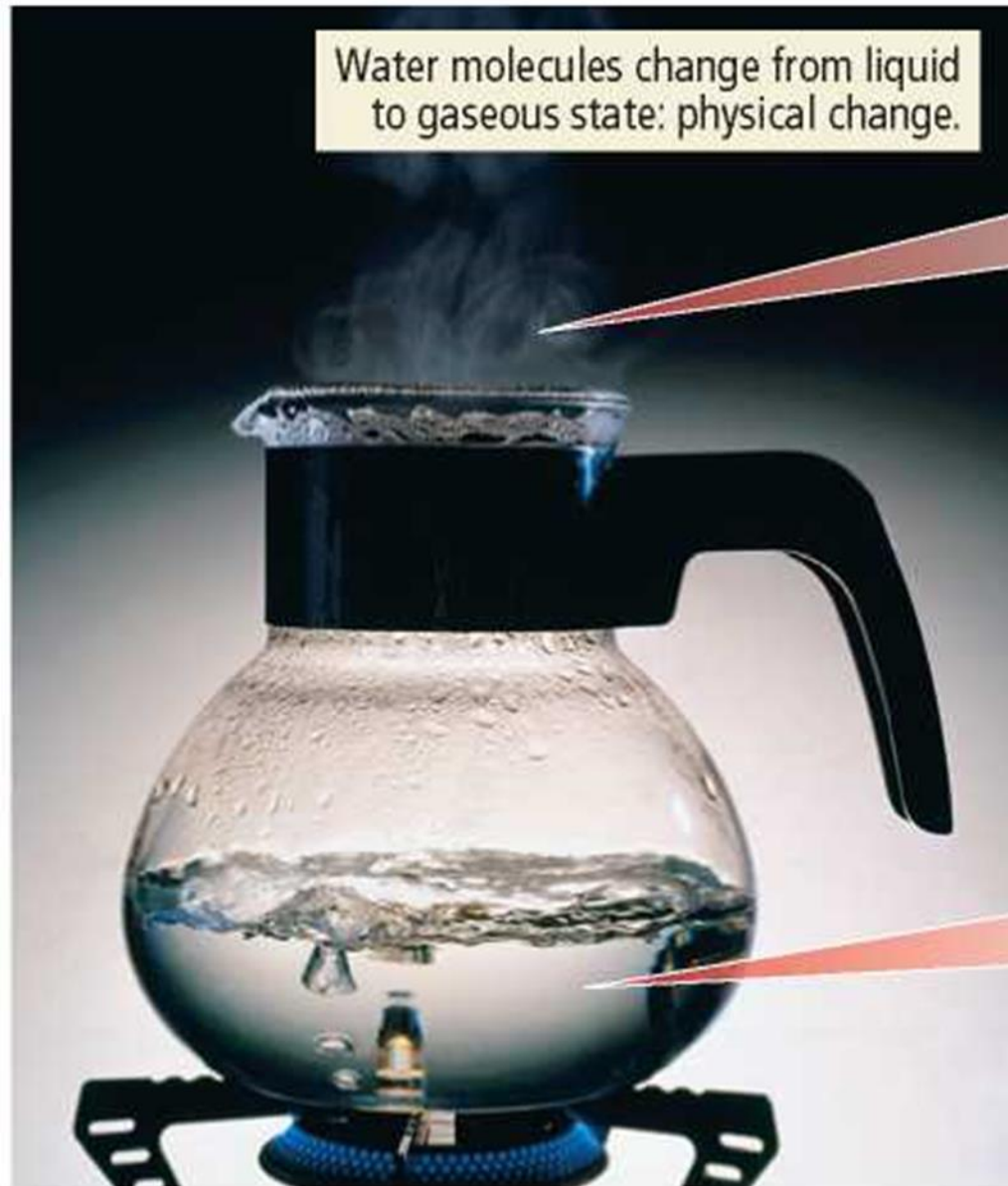
- Απάντηση:
- Η αναλογία μάζας σιδήρου ως προς οξυγόνο στα τρία δείγματα ισούται με:
 - ✓ Δείγμα Α: $1,094/0,424 = 2,58$
 - ✓ Δείγμα Β: $1,449/0,607 = 2,39$
 - ✓ Δείγμα Γ: $1,335/0,538 = 2,48$
- Αφού η αναλογία διαφέρει, τα δείγματα δεν ανήκουν στην ίδια χημική ένωση.
- Πιθανότατα πρόκειται για μείγματα οξειδίων του σιδήρου.



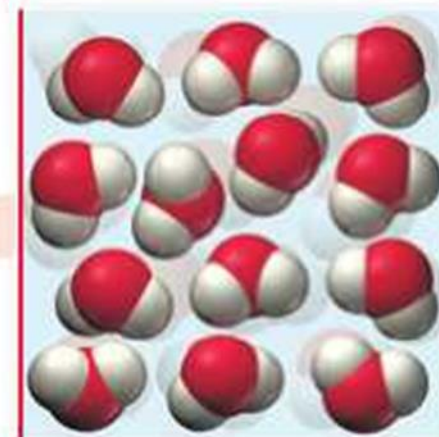
Φυσικές μεταβολές

- **Φυσικές μεταβολές** είναι οι μεταβολές κατά τις οποίες η ύλη αλλάζει μορφή αλλά όχι χημική σύσταση.
- Τα άτομα ή τα μόρια τα οποία αποτελούν την ουσία παραμένουν αμετάβλητα κατά τη διάρκεια μιας φυσικής μεταβολής.
- Παραδείγματα φυσικών μεταβολών:
 - ✓ εξάτμιση ενός υγρού
 - ✓ τήξη ενός στερεού
 - ✓ διάλυση μιας ουσίας σε ένα διαλύτη

Φυσικές μεταβολές: βρασμός του νερού



$\text{H}_2\text{O}(g)$

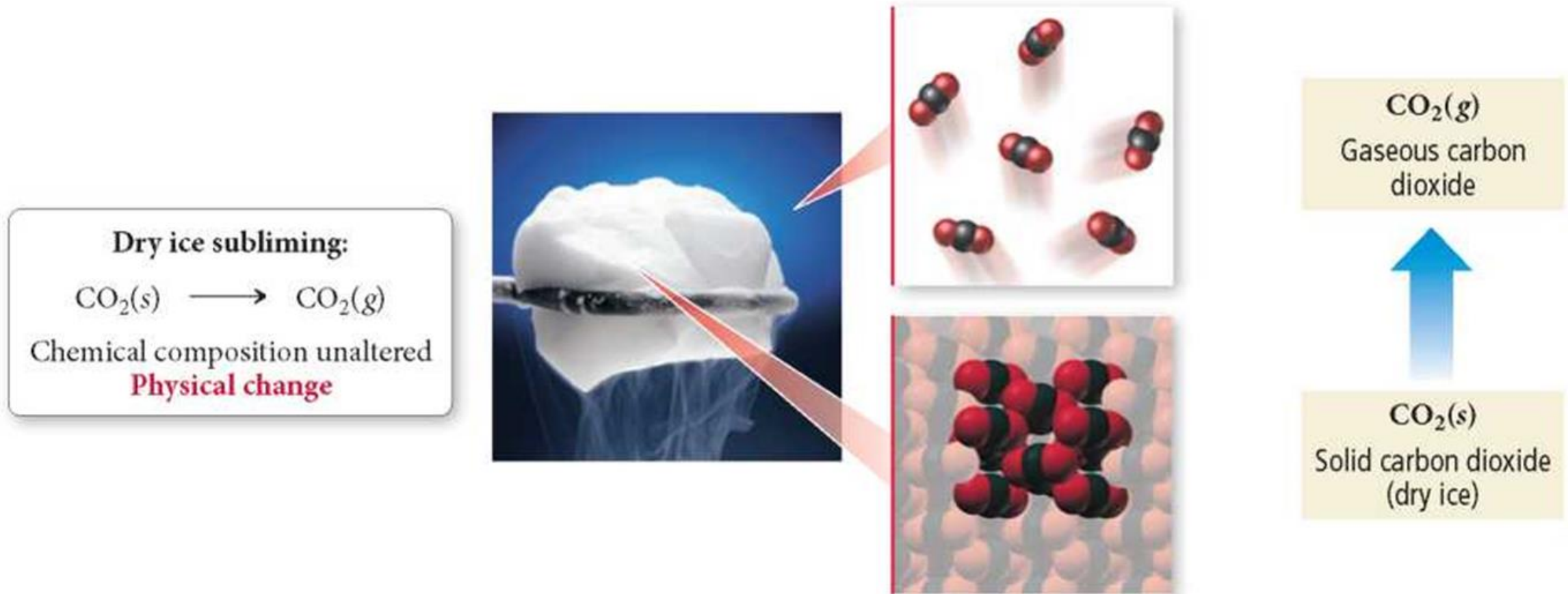


$\text{H}_2\text{O}(l)$



Φυσικές μεταβολές: εξάχνωση

- Εξάχνωση του ξηρού πάγου, στερεό διοξείδιο του άνθρακα, $\text{CO}_2(\text{s})$





Φυσικές μεταβολές: διάλυση

➤ Διάλυση της ζάχαρης στο νερό

Sugar dissolving:



Chemical composition unaltered

Physical change



$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}(\text{s})$
Solid sugar



$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}(\text{aq})$
Dissolved sugar

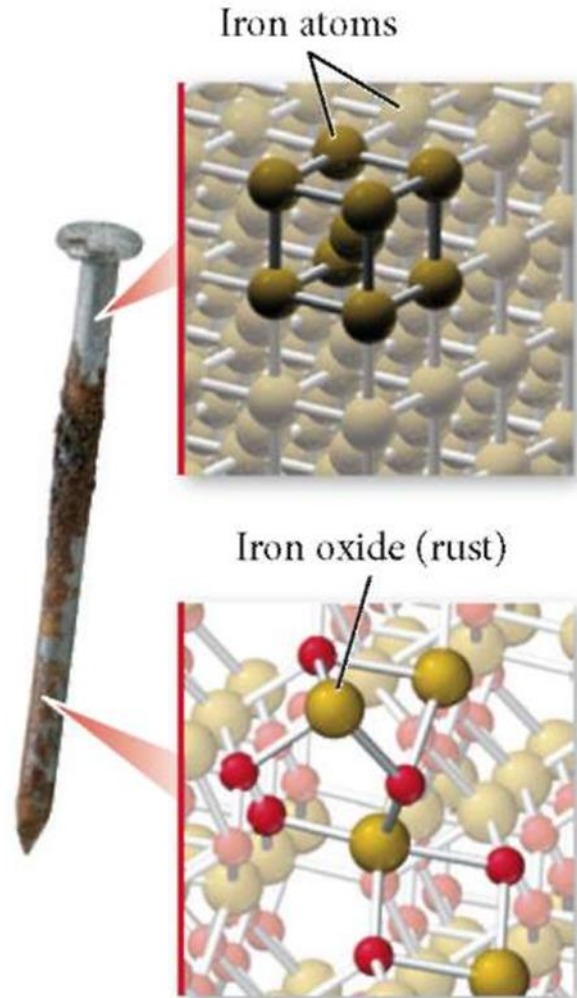


Χημικές μεταβολές

- Χημικές μεταβολές είναι οι μεταβολές κατά τις οποίες ένα ή περισσότερα είδη ύλης μετατρέπονται σε νέα είδη ύλης, δηλαδή όλες οι χημικές αντιδράσεις.
- Τα άτομα αναδιατάσσονται και οι αρχικές ουσίες μετατρέπονται σε διαφορετικές ουσίες.



Χημικές μεταβολές



Σκούριασμα του σιδήρου



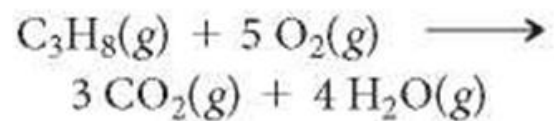
Αντίδραση του
νατρίου με το νερό

Χημικές μεταβολές



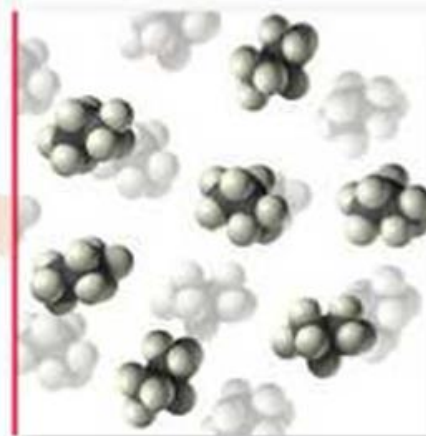
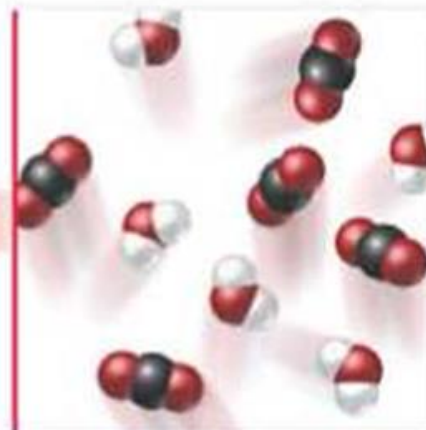
➤ Καύση του προπανίου

Propane gas burning:



Chemical composition altered

Chemical change



$\text{CO}_2(g), \text{H}_2\text{O}(g)$
Carbon dioxide and
water



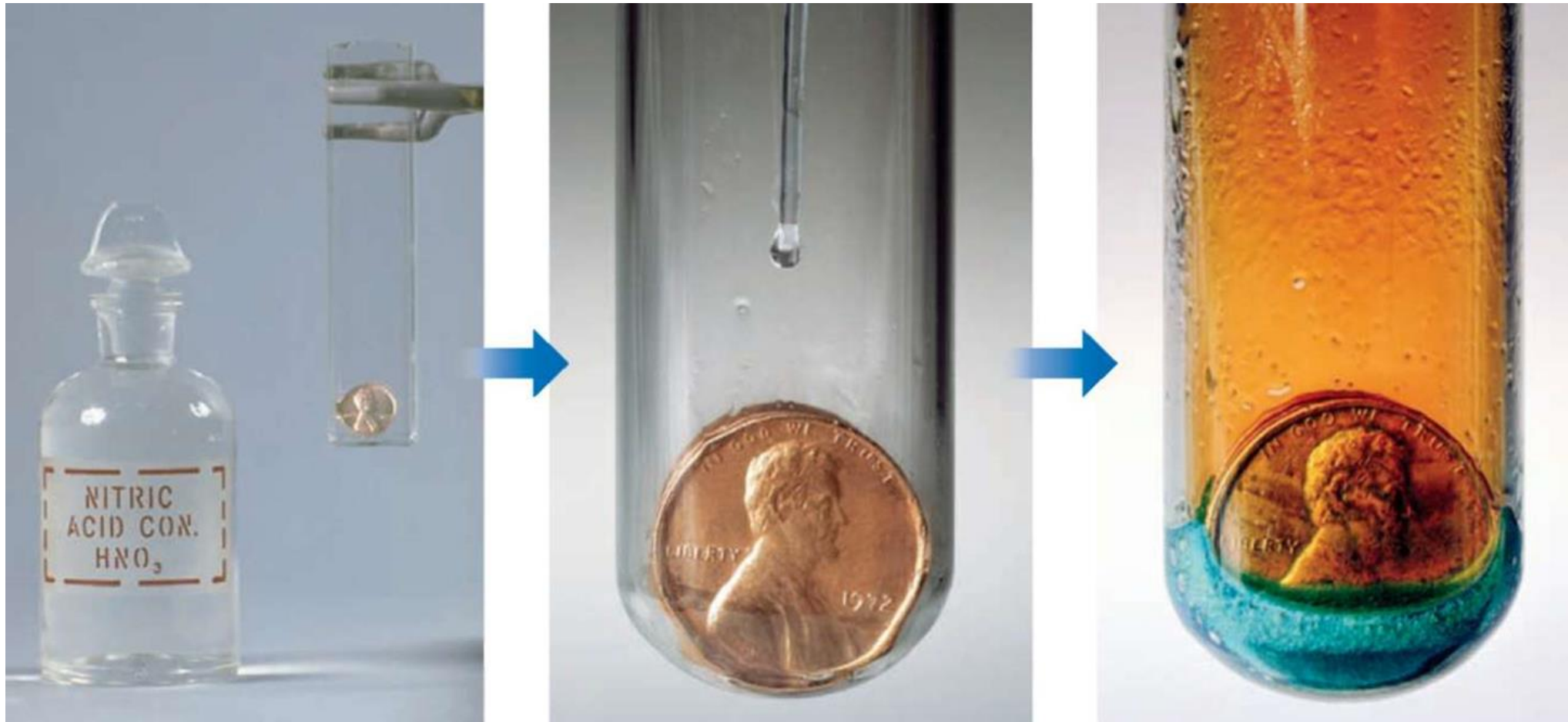
$\text{C}_3\text{H}_8(g)$
Propane



Φυσικές και χημικές ιδιότητες

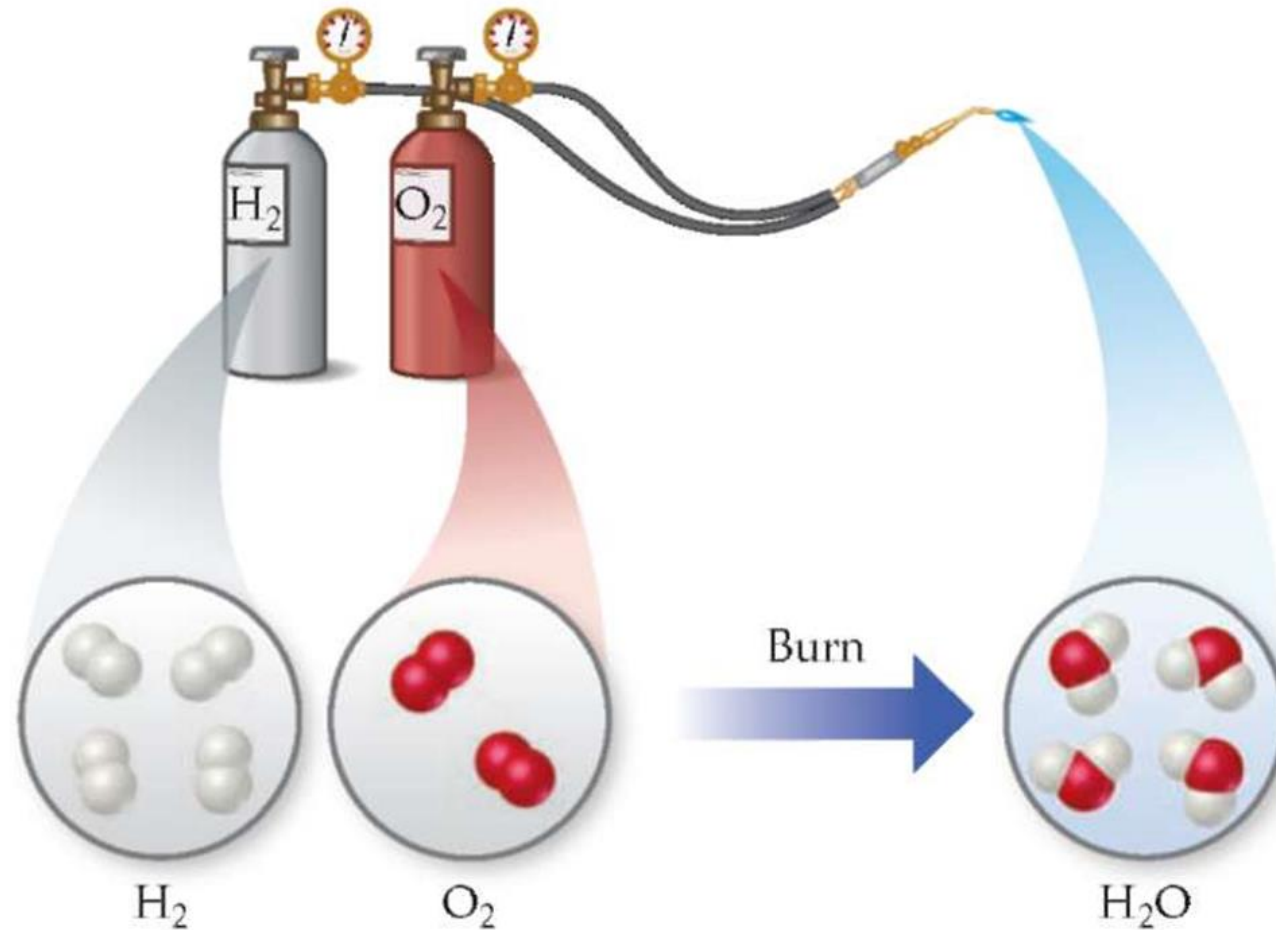
- **Φυσικές ιδιότητες:** μπορούν να παρατηρηθούν ή να μετρηθούν χωρίς μεταβολή της δομής και της σύστασης του υλικού σώματος (π.χ. χρώμα, οσμή, γεύση, πυκνότητα, σημείο ζέσεως, σημείο τήξεως, σκληρότητα, κ.α.).
- **Χημικές ιδιότητες:** περιγράφουν τον τρόπο με τον οποίο ένα υλικό σώμα αντιδρά και μετασχηματίζεται σε άλλο υλικό σώμα με διαφορετική σύσταση, δομή και ιδιότητες.

Χημικές αντιδράσεις



Χημική αντίδραση μεταξύ ενός χάλκινου μεταλλικού νομίσματος και ενός πυκνού υδατικού διαλύματος νιτρικού οξέος.

Χημικές αντιδράσεις



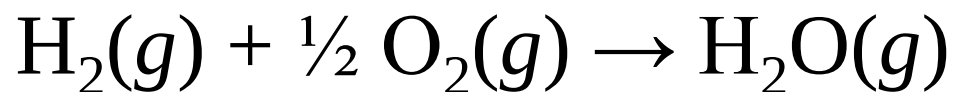
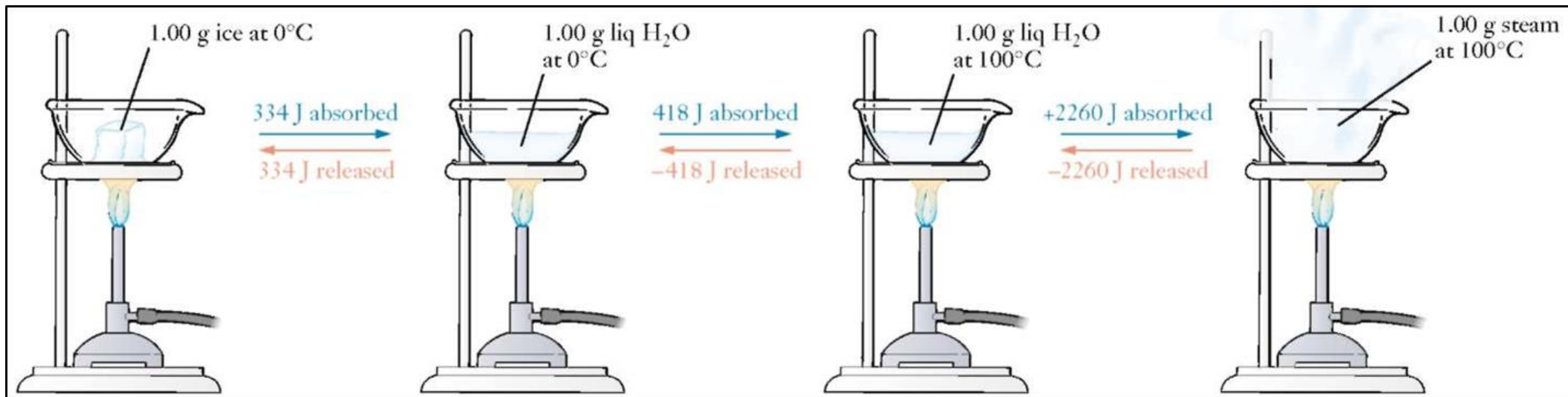
Χημική αντίδραση μεταξύ υδρογόνου και οξυγόνου προς σχηματισμό νερού.



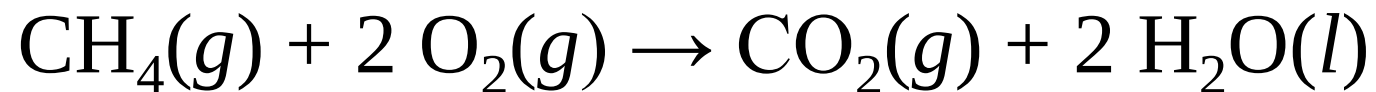
Ενεργειακές μεταβολές

- Οι φυσικές και χημικές μεταβολές συνοδεύονται από έκλυση ή απορρόφηση ενέργειας.
- ✓ Π.χ. τήξη του πάγου: απορρόφηση ενέργειας
- ✓ βρασμός του νερού: απορρόφηση ενέργειας
- ✓ συμπύκνωση των υδρατμών: έκλυση ενέργειας
- ✓ πήξη του νερού προς σχηματισμό πάγου: έκλυση ενέργειας

Ενεργειακές μεταβολές



$$\Delta H = -241,8 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H = -890 \text{ kJ/mol}$$

Παράδειγμα 1.6



- Το κάλιο είναι ένα μαλακό, αργυρόχρωμο μέταλλο, το οποίο τήκεται (λιώνει) στους $64\text{ }^{\circ}\text{C}$.





Παράδειγμα 1.6

- Επίσης, το κάλιο αντιδρά βίαια με το νερό, το οξυγόνο και το χλώριο.
- Ποιες φυσικές και χημικές ιδιότητες διακρίνετε σε αυτή την περιγραφή;
- **Απάντηση:**
- ✓ Φυσικές ιδιότητες: μαλακό, αργυρόχρωμο μέταλλο, σημείο τήξης (64 °C)
- ✓ Χημικές Ιδιότητες: αντιδρά βίαια με το νερό, το οξυγόνο και το χλώριο

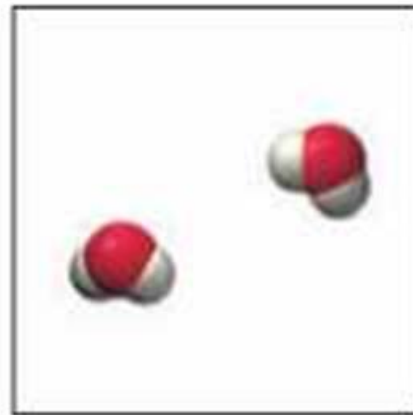
Παράδειγμα 1.7



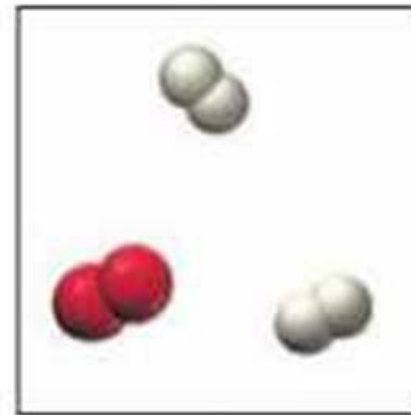
- Το σχήμα στα αριστερά αναπαριστά μόρια νερού στην υγρή φάση. Ποιο από τα τρία σχήματα στα δεξιά (a, b, ή c) αναπαριστά καλύτερα τα μόρια του νερού μετά την εξάτμισή τους με βρασμό;



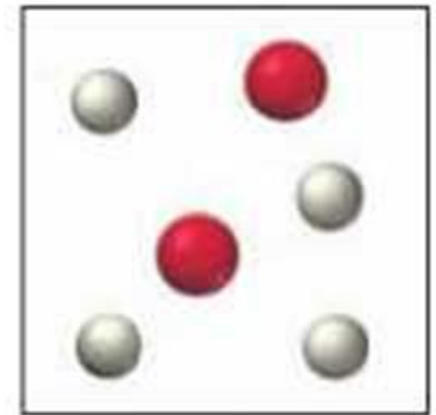
μόρια νερού
στην υγρή φάση



(a)



(b)



(c)

- Απάντηση: το (a)

Παράδειγμα 1.8



- Με βάση τα παρακάτω σχήματα, να ταξινομήσετε τις αλλαγές ως φυσικές ή χημικές.



(α)



(β)



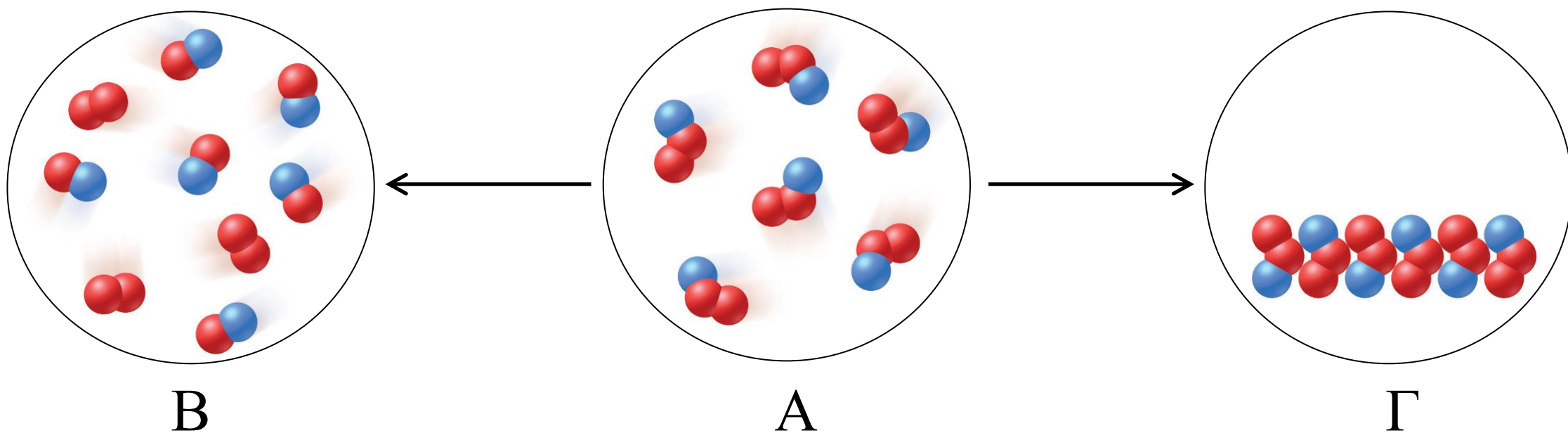
(γ)

- Απάντηση: (α) και (γ) φυσικές μεταβολές, (β) χημική μεταβολή

Παράδειγμα 1.9



- Τα παρακάτω σχήματα δείχνουν ένα δείγμα Α, το οποίο υφίσταται δύο μεταβολές: προς το δείγμα Β στα αριστερά και προς το δείγμα Γ στα δεξιά.



- Εξηγείστε αν πρόκειται για φυσικές ή χημικές μεταβολές.

Παράδειγμα 1.9



- Απάντηση:
- ✓ $A \rightarrow B$: Χημική μεταβολή
- ✓ $A \rightarrow \Gamma$: Φυσική μεταβολή



Όγκος (Volume)

- Η μονάδα μέτρησης του όγκου στο SI είναι το m^3 .
- Ωστόσο, πολύ συχνά χρησιμοποιούνται επίσης το L και το mL, τα οποία ανήκουν στις εναλλακτικές μονάδες του SI.
- **Το λίτρο ορίζεται ως εξής: $1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3$.**
- Κατά συνέπεια, με βάση τον ορισμό του λίτρου προκύπτει ότι:

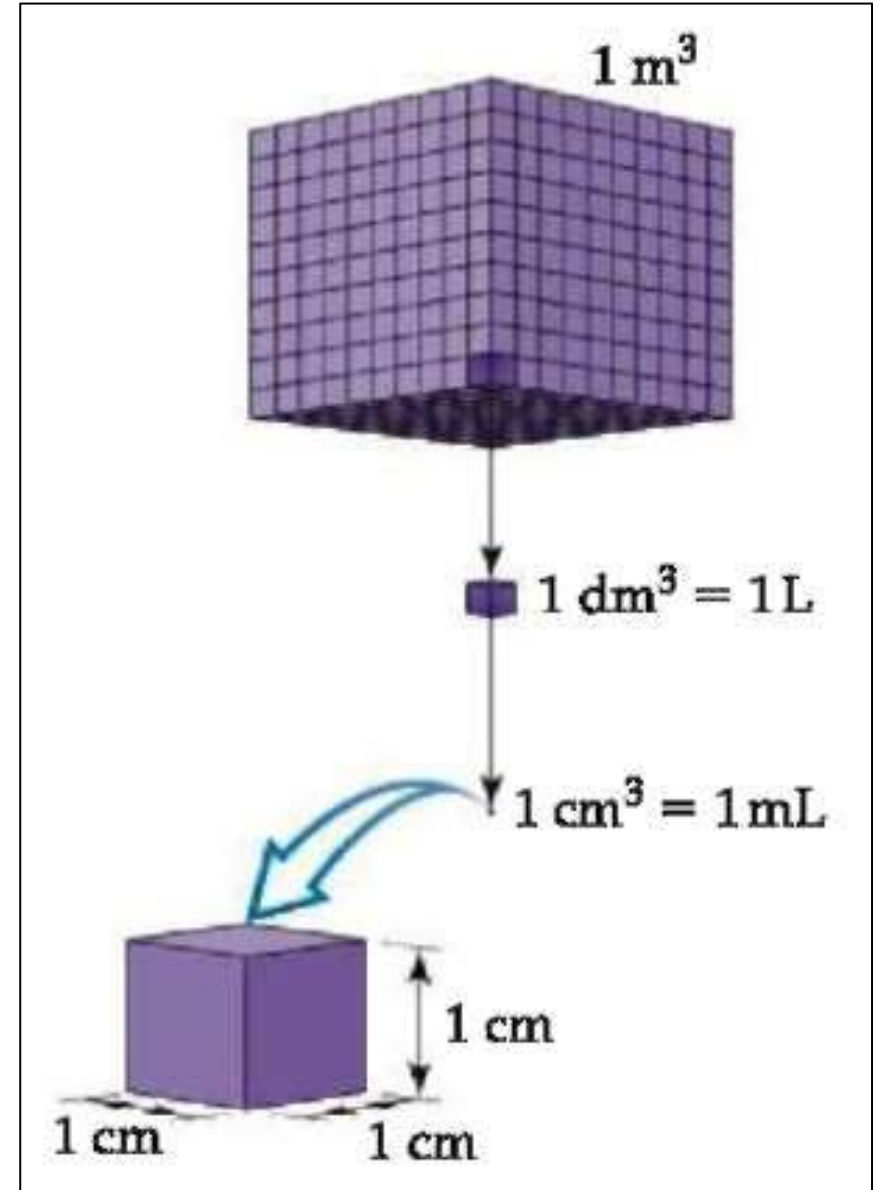
$$1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = 1 (10^{-1} \text{ m})^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$$



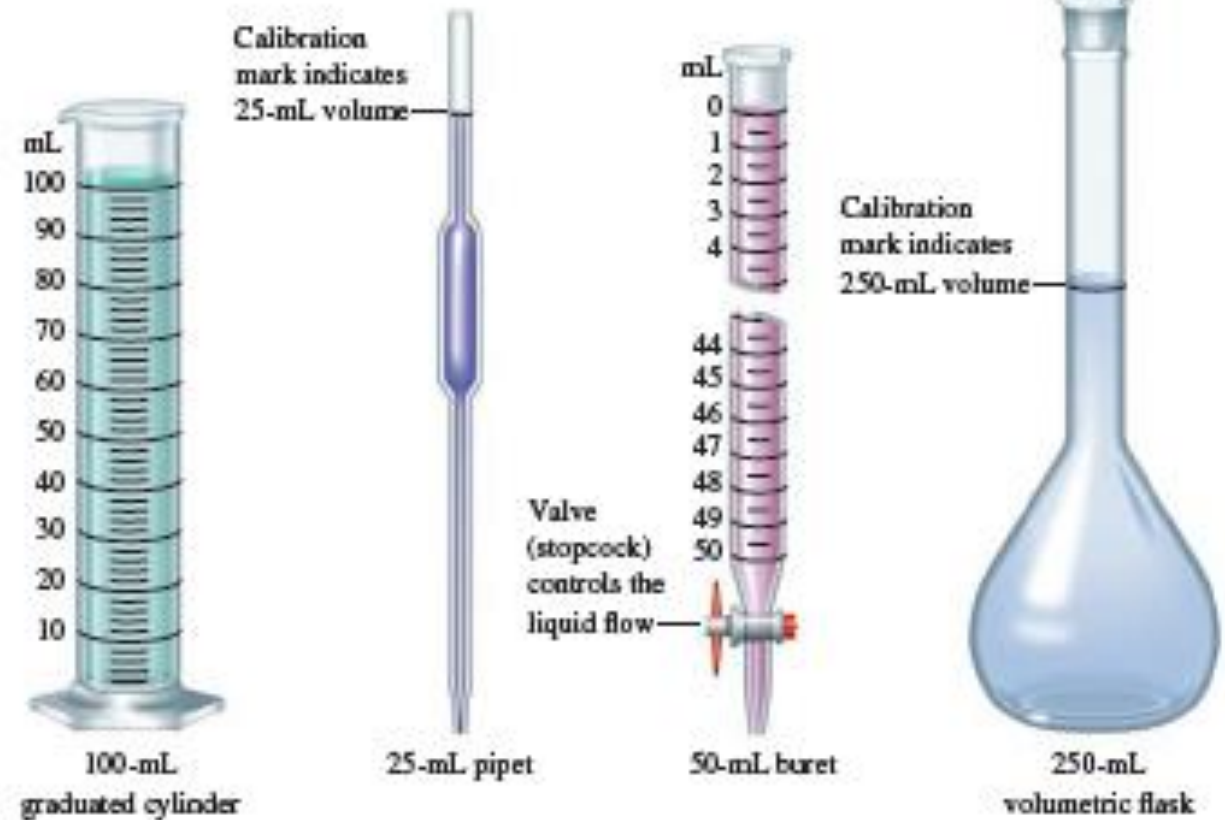
Όγκος

- Δηλαδή: $1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$ και $1 \text{ m}^3 = 10^3 \text{ L}$.
- Επίσης ισχύει ότι $1 \text{ mL} = 10^{-3} \text{ L}$.
- Επίσης, εύκολα αποδεικνύεται ότι:
- $1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$

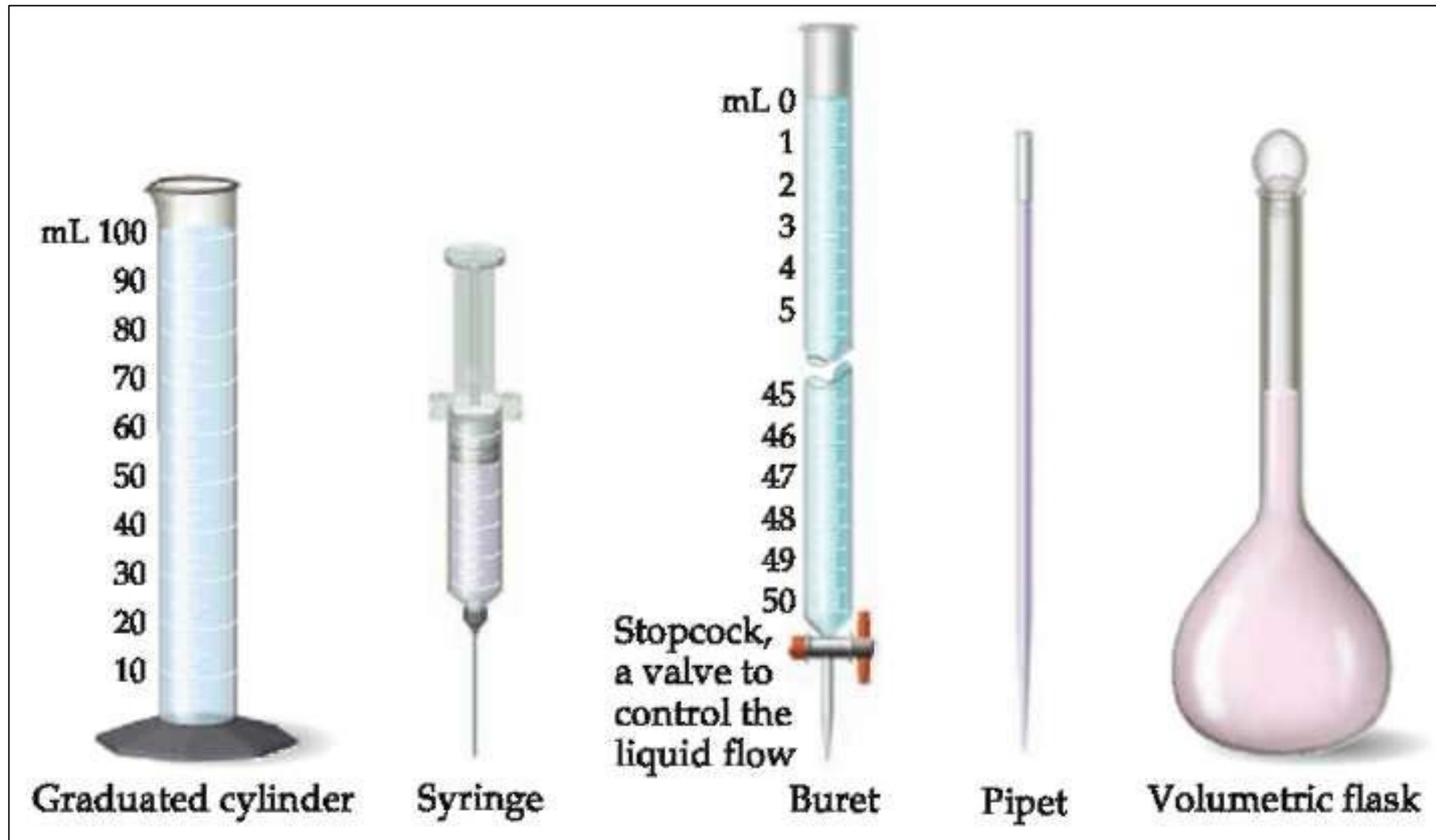
$$1 \text{ mL} = 10^{-3} \text{ L} = 10^{-3} \text{ dm}^3 = 10^{-3} \times (10 \text{ cm})^3 = 10^{-3} \times 10^3 \text{ cm}^3 = 1 \text{ cm}^3$$



Σκεύη μέτρησης του όγκου



Σκεύη μέτρησης του όγκου





Πυκνότητα (Density)

- Η **πυκνότητα** μιας ουσίας ορίζεται ως το πηλίκο της μάζας της ως προς τον όγκο της:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

- ✓ Όπου ρ : η πυκνότητα, με διαστάσεις M/L^3 , και μονάδες στο SI kg/m^3 .
- ✓ m : η μάζα με διαστάσεις M , και μονάδες στο SI kg .
- ✓ V : ό όγκος, με διαστάσεις L^3 , και μονάδες στο SI m^3 .



Πυκνότητα

- Άλλες συνηθισμένες μονάδες πυκνότητας είναι το kg/L το g/mL και το g/cm³.
- Ισχύει ότι 1 mL = 1 cm³, άρα οι μονάδες g/mL και g/cm³ ταυτίζονται.
- Εύκολα αποδεικνύεται ότι:
 - ✓ $1 \text{ kg/m}^3 = 10^{-3} \text{ kg/L}$
 - ✓ $1 \text{ kg/L} = 1 \text{ g/mL} = 1 \text{ g/cm}^3$.
- Ο όγκος των ουσιών μεταβάλλεται κατά τη θέρμανση ή την ψύξη τους.
- Κατά συνέπεια, η πυκνότητα των υλικών εξαρτάται από τη θερμοκρασία.



Πυκνότητα

- Όταν δίνονται οι τιμές πυκνότητας των υλικών θα πρέπει να προσδιορίζεται η θερμοκρασία στην οποία αναφέρονται.
- Οι πυκνότητες μερικών συνηθισμένων υλικών στους 25 °C δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πυκνότητες στους 25 °C



Υλικό	Πυκνότητα, σε g/cm ³
Αέρας	0,001
Αιθανόλη	0,79
Νερό	1,00
Ζάχαρη	1,59
Αλάτι	2,16
Σίδηρος	7,87
Χαλκός	8,96
Άργυρος	10,5
Χρυσός	19,3
Λευκόχρυσος (Πλατίνα)	21,4



Παράδειγμα 1.10

- Ένα κομμάτι μεταλλικού σύρματος έχει όγκο $20,2 \text{ cm}^3$ και μάζα 159 g . Πόση είναι η πυκνότητα του μετάλλου;
- Το μέταλλο είναι κάποιο από τα μαγγάνιο, σίδηρος, νικέλιο, των οποίων οι πυκνότητες είναι $7,21 \text{ g/cm}^3$, $7,87 \text{ g/cm}^3$, $8,90 \text{ g/cm}^3$, αντίστοιχα.
- Από ποιο μέταλλο είναι κατασκευασμένο το σύρμα;
- Λύση:
$$\rho = \frac{m}{V} \Leftrightarrow \rho = \frac{159 \text{ g}}{20,2 \text{ cm}^3} = 7,87 \text{ g/cm}^3$$
- Απάντηση: $7,87 \text{ g/cm}^3$, σίδηρος

Εύρηκα! Εύρηκα!

- Ο Αρχιμήδης (περ. 287 π.Χ- περ. 212 π.Χ.) έζησε στις Συρακούσες της Κάτω Ιταλίας και θεωρείται ότι είναι μία από τις μεγαλύτερες ιδιοφυίες όλων των εποχών.
- Ασχολήθηκε με τα μαθηματικά, τη φυσική και την αστρονομία, ενώ ταυτόχρονα ήταν σπουδαίος μηχανικός και εφευρέτης.



Εύρηκα! Εύρηκα!



- Ο Ρωμαίος Ιστορικός Βιτρούβιος (Vitruvius) αναφέρει την εξής ιστορία για τον Αρχιμήδη.
- Πηγή: Vitruvius, De Architectura, Βιβλίο ΙΧ, παράγραφοι 9–12, http://penelope.uchicago.edu/Thayer/E/Roman/Texts/Vitruvius/9*.html



Εύρηκα! Εύρηκα!

- Ο κυβερνήτης των Συρακουσών Ιέρωνας, μετά που απέκτησε την εξουσία, ζήτησε να κατασκευαστεί ένα στεφάνι από ατόφιο χρυσάφι ως αφιέρωμα στους Θεούς.
- Για το σκοπό αυτό, έδωσε στον κατασκευαστή μια ορισμένη ποσότητα καθαρού χρυσού και του ζήτησε να φτιάξει το στεφάνι.
- Ο κατασκευαστής πράγματι έφτιαξε ένα υπέροχα διακοσμημένο στεφάνι, το οποίο είχε ακριβώς το ίδιο βάρος με την ποσότητα χρυσού που του είχε δώσει ο Ιέρωνας.



Εύρηκα! Εύρηκα!

- Κυκλοφόρησε όμως η φήμη ότι ο κατασκευαστής είχε κάνει νοθεία και είχε αντικαταστήσει μια ποσότητα χρυσού με ίση ποσότητα ασημιού, το οποίο ήταν πιο φθηνό.
- Ο Ιέρωνας αγανακτισμένος ζήτησε από τον Αρχιμήδη να ελέγξει αν πράγματι έγινε νοθεία, χωρίς όμως να καταστρέψει το στεφάνι.
- Ο Αρχιμήδης έπρεπε να βρει έναν τρόπο να μετρήσει τον όγκο του στεφανιού το οποίο είχε ακανόνιστο σχήμα, χωρίς όμως να το καταστρέψει.

Εύρηκα! Εύρηκα!



- Στη συνέχεια, γνωρίζοντας το βάρος του στεφανιού, θα υπολόγιζε την πυκνότητά του και θα την σύγκρινε με την πυκνότητα του χρυσού.
- Ο Αρχιμήδης βρήκε τον τρόπο να λύσει το πρόβλημα καθώς έκανε μπάνιο στην μπανιέρα του!
- Από τον ενθουσιασμό του, βρήκε γυμνός στο δρόμο αναφωνώντας **«εύρηκα, εύρηκα»!!!**
- Διαπίστωσε ότι όταν το σώμα του βυθίζονταν στην μπανιέρα, μια ποσότητα νερού υπερχείλιζε και έτρεχε έξω από το δοχείο.



Εύρηκα! Εύρηκα!

- Κατάλαβε ότι ο όγκος του νερού που υπερχείλιζε αντιστοιχούσε με τον όγκο του σώματός του που βυθιζόταν στο νερό.
- Έτσι λοιπόν, πήρε δύο μάζες που είχαν βάρος ίδιο με αυτό του στεφανιού, και οι οποίες ήταν κατασκευασμένες η μία από καθαρό χρυσό και η άλλη από καθαρό ασήμι.
- Πήρε ένα μεγάλο βάζο με νερό το οποίο ήταν γεμάτο μέχρι το χείλος του και βύθισε εντός του τη μάζα του ασημιού.



Εύρηκα! Εύρηκα!

- Το νερό που υπερχείλισε αντιστοιχούσε στον όγκο του ασημιού.
- Στη συνέχεια, αφαίρεσε τη μάζα του ασημιού και μέτρησε την ποσότητα του νερού που απαιτούνταν ώστε να γεμίσει εκ νέου το δοχείο με νερό μέχρι το χείλος του.
- Έτσι βρήκε τον όγκο του νερού που αντιστοιχούσε στη μάζα του ασημιού.
- Επανέλαβε τη διαδικασία και για τη μάζα του χρυσού και βρήκε ότι η ποσότητα του νερού που εκτοπίστηκε ήταν λιγότερη.



Εύρηκα! Εύρηκα!

- Δηλαδή διαπίστωσε ότι η ίδια μάζα σε χρυσό καταλάμβανε μικρότερο όγκο.
- Άρα, με τη σημερινή ορολογία, ο Αρχιμήδης διαπίστωσε ότι ο χρυσός έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από το ασήμι, όπως πράγματι ισχύει.
 - ✓ Πυκνότητα χρυσού: $19,3 \text{ g/cm}^3$
 - ✓ Πυκνότητα αργύρου: $10,5 \text{ g/cm}^3$
- Τέλος, επανέλαβε τη διαδικασία με το στεφάνι και διαπίστωσε ότι η ποσότητα του νερού που υπερχείλισε ήταν μεγαλύτερη από αυτήν που αντιστοιχούσε στο χρυσό.



Εύρηκα! Εύρηκα!

- Άρα, το στεφάνι είχε μικρότερη πυκνότητα από το χρυσό και κατά συνέπεια ήταν πράγματι νοθευμένο!!!
- Μάλιστα, από την ποσότητα του νερού που υπερχείλισε υπολόγισε και το ποσοστό ασημιού που περιείχε, δηλαδή υπολόγισε και το ποσοστό νοθείας που είχε γίνει.
- Υ.Γ. Ο Ιστορικός δεν αναφέρει τι απέγινε ο κατασκευαστής του στεφανιού!!!



Παράδειγμα 1.11

- Ο Γιώργος αγόρασε από ένα κοσμηματοπωλείο ένα δακτυλίδι κατασκευασμένο από λευκόχρυσο (πλατίνα, Pt) και το έκανε δώρο στην αρραβωνιαστικιά του, τη Μαρία.
- Η Μαρία παρατήρησε ότι το δακτυλίδι ήταν σχετικά ελαφρύ για το μέγεθός του και έτσι αποφάσισε να υπολογίσει την πυκνότητά του!
- Ζύγισε το δακτυλίδι και βρήκε ότι έχει μάζα 3,15 g.
- Στη συνέχεια τοποθέτησε το δακτυλίδι μέσα σε ένα ογκομετρικό κύλινδρο με νερό και βρήκε ότι εκτοπίζει $0,233 \text{ cm}^3$ νερού.
- Είναι πράγματι κατασκευασμένο το δακτυλίδι από λευκόχρυσο;

Παράδειγμα 1.11

➤ Λύση:

$$\rho = \frac{m}{V} \Leftrightarrow \rho = \frac{3,15 \text{ g}}{0,233 \text{ cm}^3} = 13,5 \text{ g/cm}^3$$



- **Απάντηση:** Η Μαρία έψαξε στο internet και βρήκε ότι η πυκνότητα του λευκόχρυσου είναι $21,4 \text{ g/cm}^3$.
- Άρα, συμπέρανε ότι το δακτυλίδι είναι κάλπικο!!!



Παράδειγμα 1.11

- Η Μαρία ενημέρωσε το Γιώργο για το εύρημα της.
- Ο Γιώργος, ιδιαίτερα ενοχλημένος, επέστρεψε το δακτυλίδι στο κοσμηματοπωλείο και απαίτησε να του δώσουν ένα δακτυλίδι κατασκευασμένο από καθαρό λευκόχρυσο.
- Ο χρυσοχόος αυτή τη φορά του έδωσε ένα δακτυλίδι που είχε μάζα 4,53 g και όγκο 0,212 cm³.
- Είναι αυτή τη φορά το δακτυλίδι γνήσιο;

$$\rho = \frac{4,53 \text{ g}}{0,212 \text{ cm}^3} = 21,4 \text{ g/cm}^3$$

- **Ναι, αυτή τη φορά το δακτυλίδι είναι γνήσιο!**



Παράδειγμα 1.12

- Ένα πείραμα απαιτεί 43,7 g ισοπροπανόλης. Ένας χημικός αντί να ζυγίσει την ποσότητα αυτή πάνω στο ζυγό προτιμά να μετρήσει το υγρό με ένα ογκομετρικό κύλινδρο.
- Η πυκνότητα της ισοπροπανόλης είναι 0,785 g/mL.
- Πόσο όγκο ισοπροπανόλης πρέπει να μετρήσει;
- Λύση:

$$\rho = \frac{m}{V} \Leftrightarrow V = \frac{m}{\rho} \Leftrightarrow V = \frac{43,7 \text{ g}}{0,785 \text{ g/mL}} = 55,7 \text{ mL}$$



Κεφάλαιο 1: Μαθησιακά Αποτελέσματα

- Αφού μελετήσετε αυτό το κεφάλαιο, θα πρέπει να είστε σε θέση:
- ✓ Να διακρίνετε μεταξύ των χημικών στοιχείων, των χημικών ενώσεων και των ομογενών και ετερογενών μιγμάτων.
- ✓ Να εξοικειωθείτε με τα σύμβολα των πιο συνηθισμένων χημικών στοιχείων.
- ✓ Να διακρίνετε μεταξύ των φυσικών και χημικών μεταβολών, καθώς και μεταξύ των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων.
- ✓ Να υπολογίζετε τη μάζα, τον όγκο ή την πυκνότητα χρησιμοποιώντας τον τύπο της πυκνότητας.



Άσκηση 1.1

- Η επί τοις εκατό κατά μάζα στοιχειακή σύσταση της ασπιρίνης είναι 60,0% άνθρακας, 4,5% υδρογόνο και 35,5% οξυγόνο, ανεξάρτητα από την προέλευση και τον τρόπο παρασκευής της.
- Να ταξινομήσετε την ασπιρίνη με βάση τη χημική της σύσταση.



Άσκηση 1.2

- Ταξινομήστε τα παρακάτω υλικά σώματα ως καθαρές ουσίες ή μίγματα. Αν είναι καθαρές ουσίες, ταξινομήστε τις ως χημικά στοιχεία ή ενώσεις. Αν είναι μίγματα, ταξινομήστε τα ως ομογενή ή ετερογενή μίγματα.
- i. ζάχαρη
 - ii. θαλασσινό νερό
 - iii. άμμος
 - iv. σίδηρος

Άσκηση 1.3



- Ποιο σχήμα αναπαριστά καθαρή ουσία ή μίγμα; Αν είναι καθαρή ουσία, να την ταξινομήσετε ως στοιχείο ή ένωση. Αν είναι μίγμα, να το ταξινομήσετε ως ομογενές ή ετερογενές.

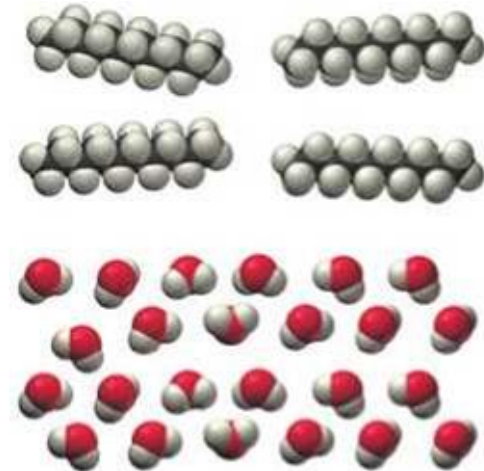
α)



γ)



β)



δ)

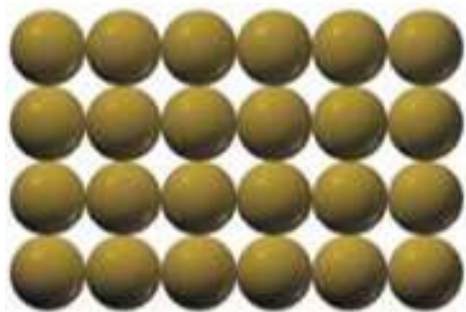


Άσκηση 1.4

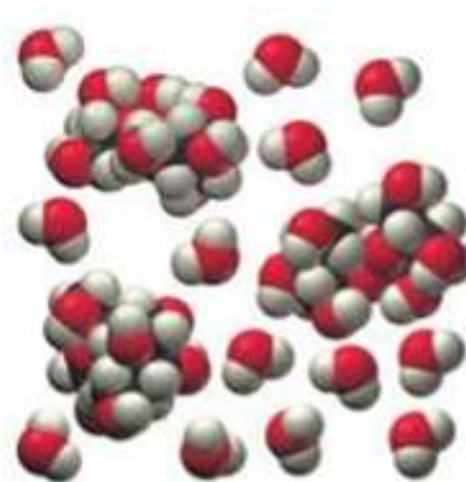


- Ποιο σχήμα αναπαριστά καθαρή ουσία ή μίγμα; Αν είναι καθαρή ουσία, να την ταξινομήσετε ως στοιχείο ή ένωση. Αν είναι μίγμα, να το ταξινομήσετε ως ομογενές ή ετερογενές

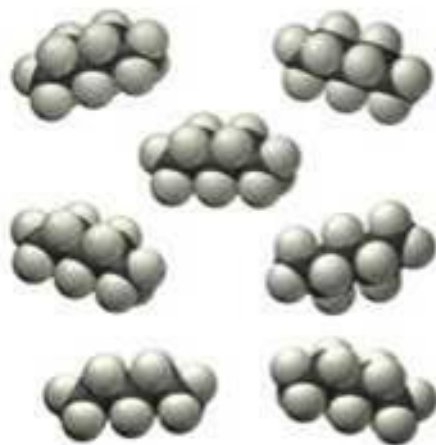
α)



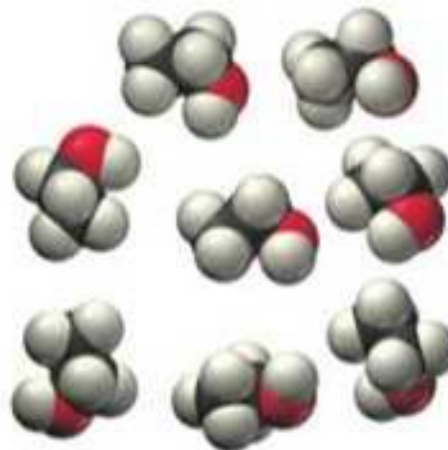
β)



γ)



δ)



Άσκηση 1.5



➤ Ποια από τις παρακάτω εικόνες αναπαριστά:

α) ένα χημικό στοιχείο

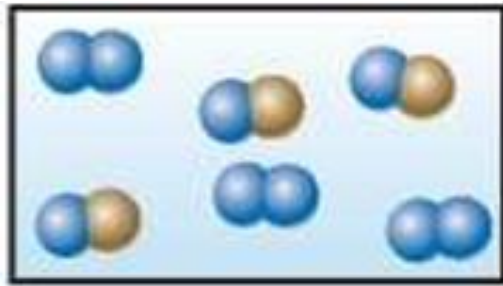
β) ένα μίγμα δύο στοιχείων

γ) μία καθαρή ένωση

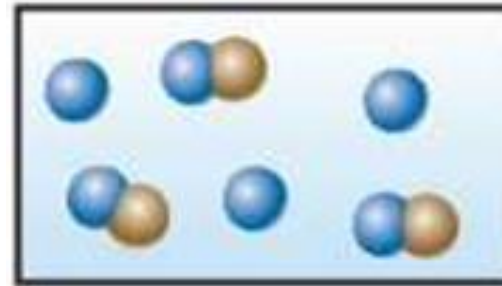
δ) ένα μίγμα ενός στοιχείου και μίας ένωσης



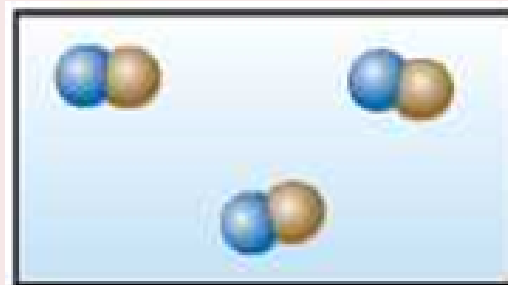
(i)



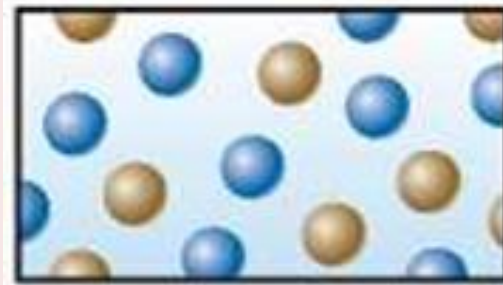
(ii)



(iii)



(iv)



(v)



(vi)



Άσκηση 1.6

- Μία λευκή στερεή ουσία Α θερμαίνεται σε υψηλή θερμοκρασία απουσία αέρα και διασπάται προς σχηματισμό μίας άλλης λευκής ουσίας Β και ενός αερίου Γ.
- Το αέριο Γ έχει ακριβώς τις ίδιες ιδιότητες με τον προϊόν το οποίο παράγεται κατά την καύση του άνθρακα παρουσία περίσσειας οξυγόνου.
- Με βάση τις παραπάνω παρατηρήσεις, να προσδιορίσετε αν οι ουσίες Α, Β, και Γ είναι στοιχεία ή ενώσεις και να εξηγήσετε τη συλλογιστική σας.

Άσκηση 1.7



- Καθώς περπατάτε στο βουνό βρίσκετε ένα βώλο ο οποίος έχει ένα λαμπερό κίτρινο-χρυσασαφί χρώμα.
- Ο βώλος αυτός είναι είτε το στοιχείο χρυσός ή ο λεγόμενος «χρυσός των ηλιθίων», το οποίο είναι το ψευδώνυμο που χρησιμοποιείται για τον θειούχο σίδηρο (ή σιδηροπυρίτη), FeS_2 .



βώλος χρυσού



βώλος σιδηροπυρίτη

Άσκηση 1.7



- Τι είδους πειράματα θα κάνετε ώστε να προσδιορίσετε αν ο βώλος περιέχει πράγματι χρυσό.



Άσκηση 1.8: Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα

Ουσία	Καθαρή ουσία ή μίγμα	Είδος
αργίλιο	Καθαρή ουσία	Στοιχείο
χυμός πορτοκαλιού		
υπεροξείδιο του υδρογόνου		
ψαρόσουπα		
νερό		
αέρας		
οξυγόνο		
τσάι		
θρυμματισμένος πάγος		



Άσκηση 1.9

- Ένα πορτοκαλέρυθρο στερεό περιέχει μόνο υδράργυρο και οξυγόνο. Οι αναλύσεις τριών δειγμάτων έδωσαν τα παρακάτω αποτελέσματα.

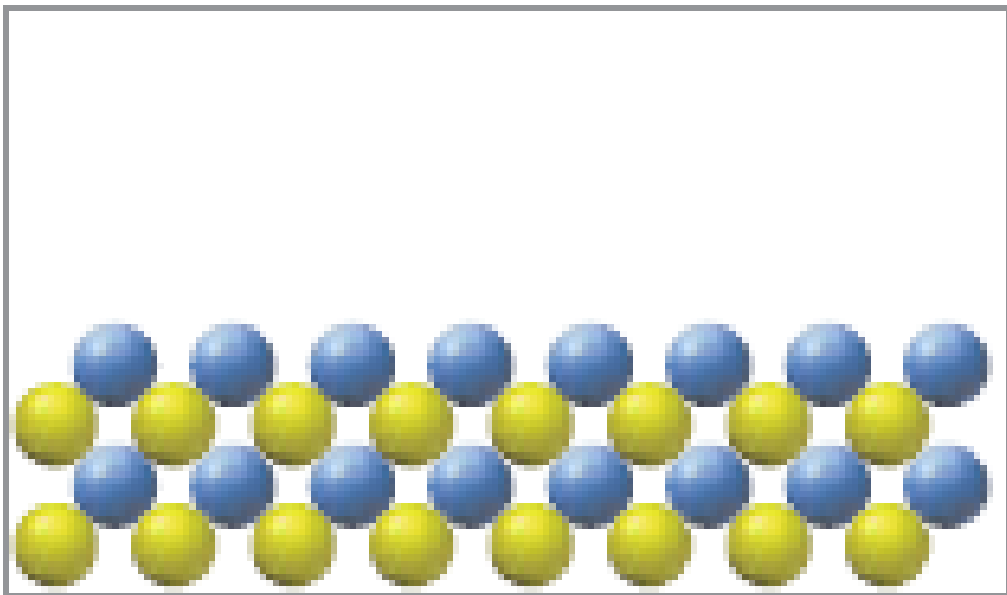
	Μάζα δείγματος, σε g	Μάζα υδραργύρου, σε g	Μάζα οξυγόνου, σε g
Δείγμα Α	1,0410	0,9641	0,0769
Δείγμα Β	1,5434	1,4293	0,1141
Δείγμα Γ	1,2183	1,1283	0,0900

- Θα μπορούσε το υλικό αυτό να είναι μία καθαρή χημική ένωση;

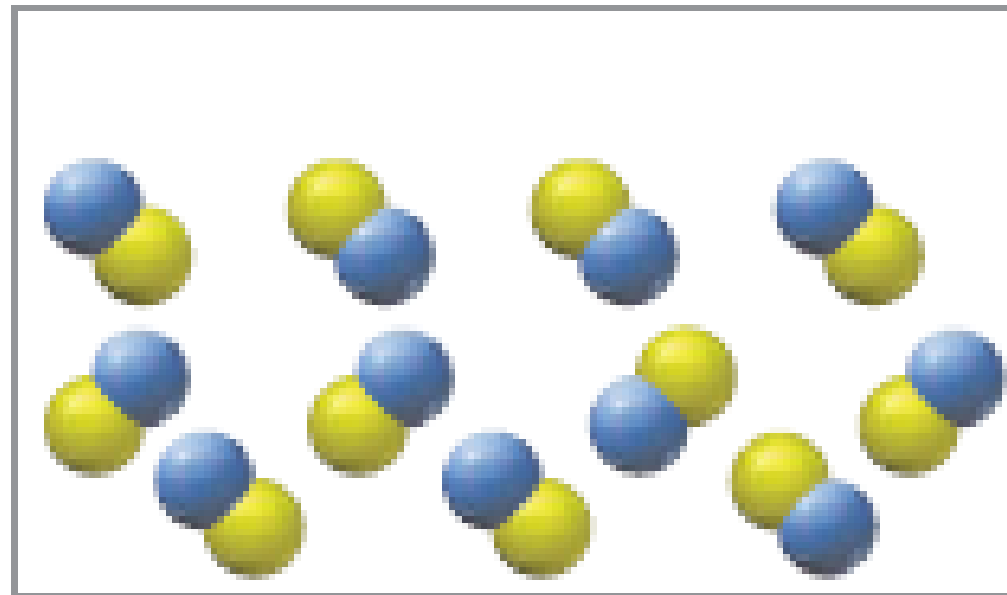
Άσκηση 1.10



- Ποιο από τα ακόλουθα σχήματα αναπαριστά μία ιοντική ένωση και ποιο μία μοριακή (ομοιοπολική) ένωση;



(α)

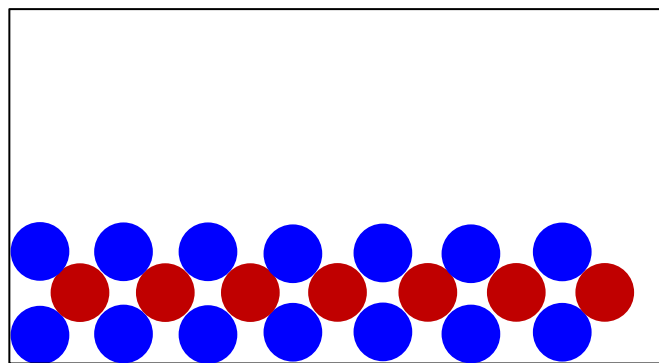


(β)

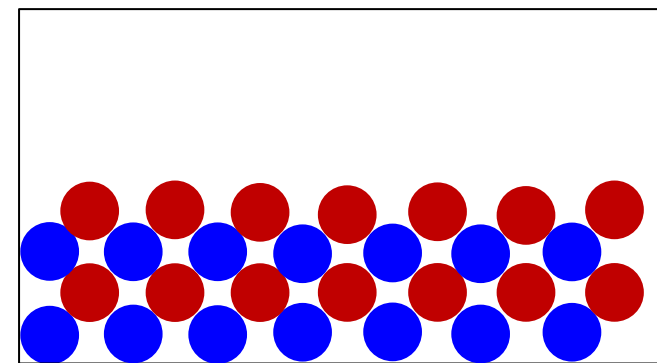


Άσκηση 1.11

- Στα ακόλουθα σχήματα φαίνονται δύο ιοντικές ενώσεις. Οι κόκκινες σφαίρες αντιστοιχούν στα κατιόντα, ενώ οι μπλε σφαίρες αντιστοιχούν στα ανιόντα.



(1)



(2)

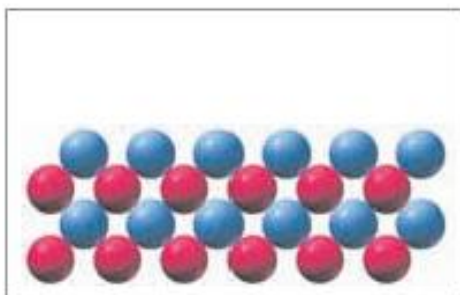
- Ποια από τις ακόλουθες ενώσεις συμφωνεί με το κάθε ένα σχήμα;
- (α) LiBr (β) NaNO₂ (γ) CaCl₂ (δ) K₂CO₃ (ε) Fe₂(SO₄)₃

Άσκηση 1.12

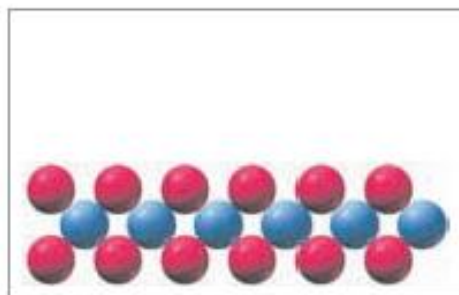


- Στα ακόλουθα σχήματα οι κόκκινες σφαίρες αντιστοιχούν στα κατιόντα, ενώ οι μπλε σφαίρες αντιστοιχούν στα ανιόντα.

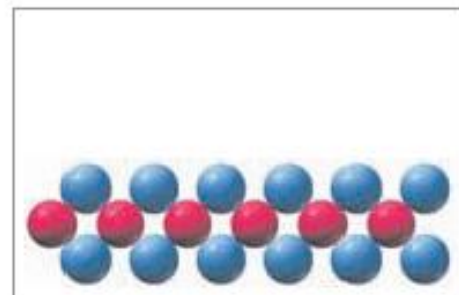
(a)



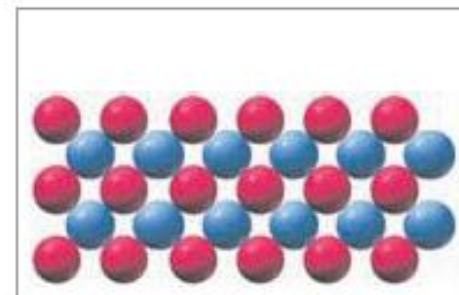
(b)



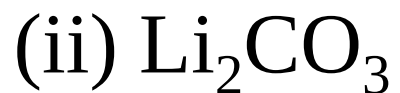
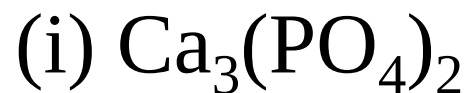
(c)



(d)

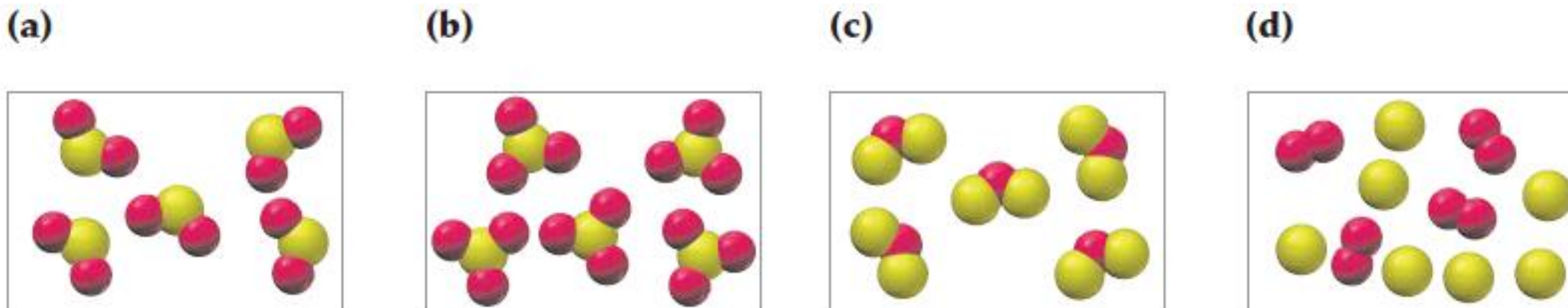


- Να αντιστοιχίσετε τα σχήματα a έως d με τις ακόλουθες ιοντικές ενώσεις:



Άσκηση 1.13

- Οι κίτρινες σφαίρες συμβολίζουν άτομα θείου, ενώ οι κόκκινες σφαίρες άτομα οξυγόνου.

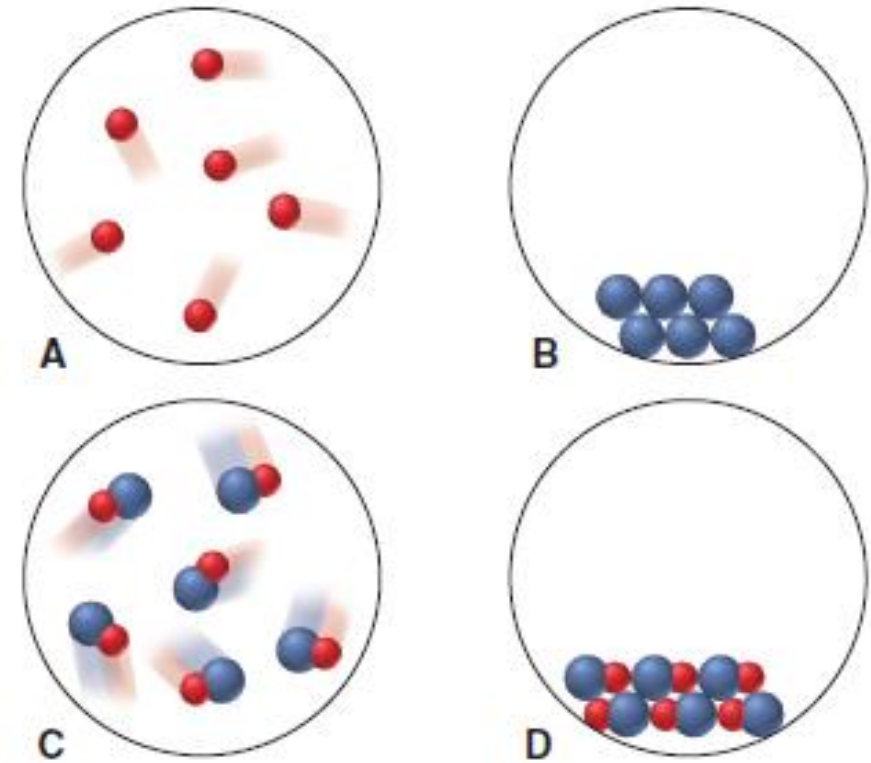


- Ποιο σχήμα αντιστοιχεί στην ένωση SO_2 και ποιο στην ένωση SO_3 ;

Άσκηση 1.14

➤ Τα παρακάτω σχήματα συμβολίζουν διάφορες χημικές ουσίες. Σε κάθε μία από τις παρακάτω περιπτώσεις να χαρακτηρίσετε τη μεταβολή ως φυσική ή χημική;

1. Κάτω από κατάλληλες πειραματικές συνθήκες, οι ουσίες A και B δίνουν την ουσία C.
2. Κάτω από ένα δεύτερο σύνολο πειραματικών συνθηκών, οι ουσίες A και B δίνουν την ουσία D.
3. Κάτω από ένα τρίτο σύνολο πειραματικών συνθηκών, η ουσία C δίνει την ουσία D.



Άσκηση 1.14



- Οι ουσίες C και D έχουν ίδιες ή διαφορετικές φυσικές και χημικές ιδιότητες.

Άσκηση 1.15

- Κατά τη θέρμανση του μίγματος Α από τους $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (273 K) στους $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ (473 K) προκύπτει το μίγμα Β.

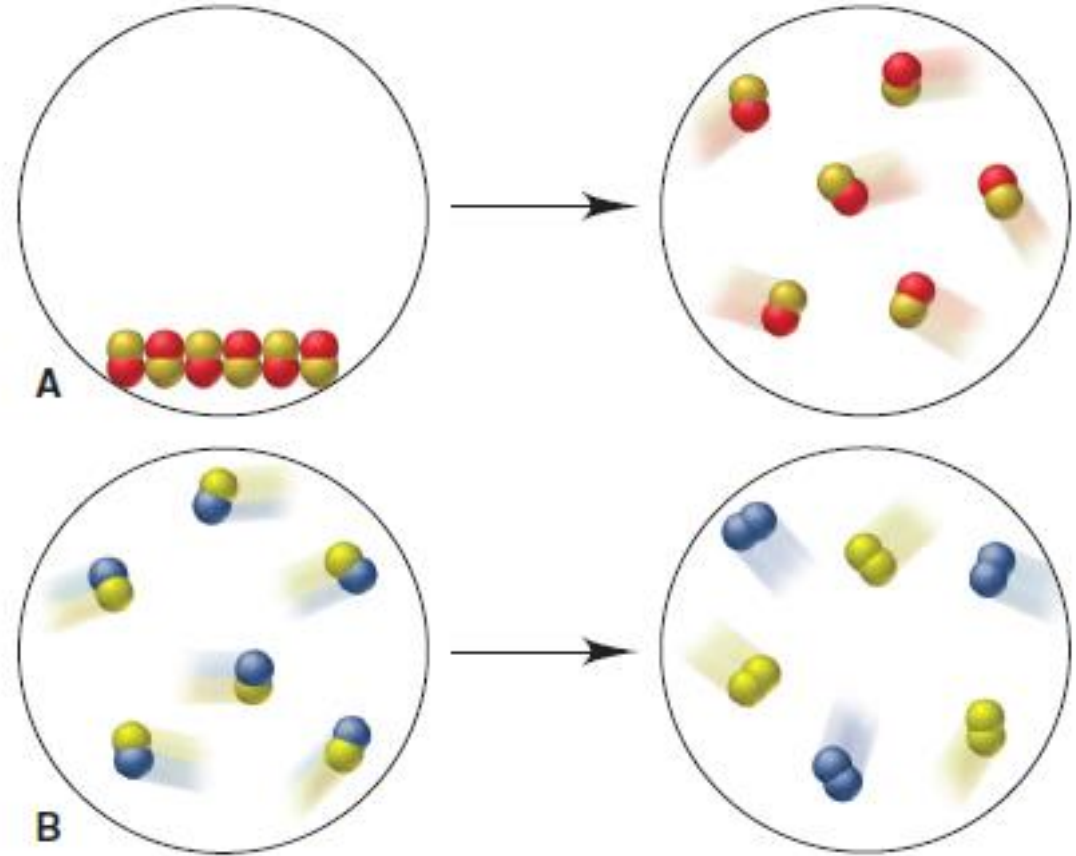


- Πόσες διαφορετικές φυσικές και χημικές μεταβολές λαμβάνουν χώρα;

Άσκηση 1.16

➤ Τα σχήματα Α και Β δείχνουν μεταβολές υλικών σωμάτων.

1. Ποιο δείχνει μία φυσική μεταβολή;
2. Ποιο δείχνει μία χημική μεταβολή;
3. Πότε προκύπτει ένα υλικό σώμα με διαφορετικές φυσικές ιδιότητες;
4. Πότε προκύπτει ένα υλικό σώμα με διαφορετικές χημικές ιδιότητες;
5. Πότε προκύπτει αλλαγή στη φυσική κατάσταση;





Άσκηση 1.17

➤ Ποιες από τις παρακάτω μεταβολές είναι φυσικές και ποιες χημικές;

i) τήξη του χλωριδίου του νατρίου

ii) κονιοποίηση ενός ορυκτού άλατος

iii) καύση του θείου

iv) διάλυση ενός άλατος στο νερό



Άσκηση 1.18

- Στερεό ιώδιο με προσμίξεις άλατος, θερμάνθηκε μέχρι να εξατμιστεί.
- Οι ιωδόχρωμοι ατμοί του ψύχθηκαν για να δώσουν καθαρό στερεό ιώδιο.
- Σκόνη μεταλλικού ψευδαργύρου και καθαρό στερεό ιώδιο αναμίχθηκαν και έδωσαν υπό ανάφλεξη μια λευκή σκόνη.
- Βρείτε ποιες μεταβολές είναι φυσικές και ποιες χημικές.



Άσκηση 1.19

- Δίνονται οι παρακάτω ιδιότητες διαφόρων ουσιών.
- ✓ Το αέριο χλώριο υγροποιείται στους $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ υπό κανονική πίεση.
- ✓ Το υδρογόνο καίγεται σε ατμόσφαιρα χλωρίου.
- ✓ Στερεό βρώμιο τήκεται στους $-7,2\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- ✓ Το λίθιο είναι ένα μαλακό, αργυρόχρωμο μέταλλο.
- ✓ Ο σίδηρος σκουριάζει στον αέρα παρουσία υγρασίας.
- Να προσδιορίσετε για καθεμιά ιδιότητα, αν είναι φυσική ή χημική.



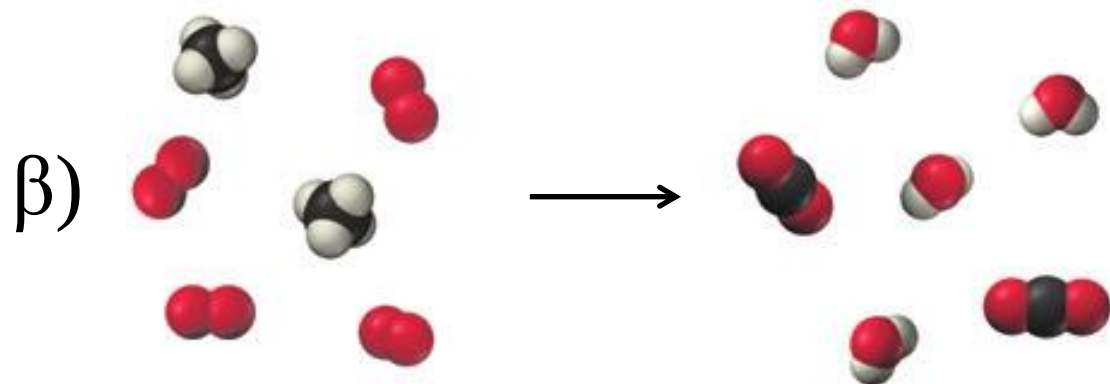
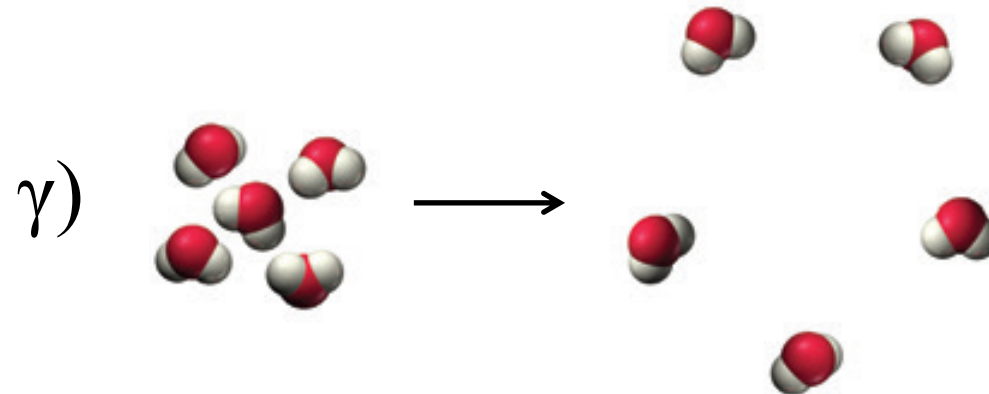
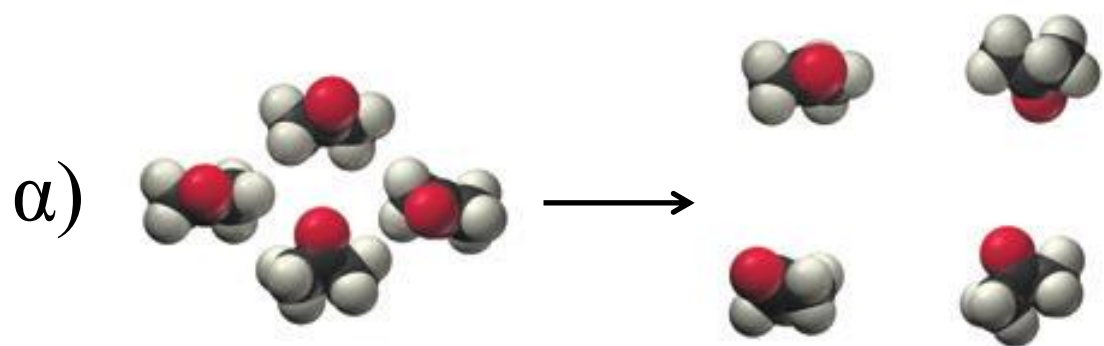
Άσκηση 1.20

- Ταξινομήστε τις παρακάτω ιδιότητες του όζοντος, O_3 , ως φυσικές ή χημικές (σημείωση: το όζον είναι αέριος ρύπος στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, αλλά στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας δρα προστατευτικά απορροφώντας μέρος της υπεριώδους ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας του Ήλιου).
- ✓ απαλό μπλε χρώμα
- ✓ έντονη οσμή (σε αυτήν οφείλει το όνομα του)
- ✓ αντιδρά πολύ εύκολα με πολλές χημικές ουσίες
- ✓ διασπάται κατά την έκθεσή του στην υπεριώδη ακτινοβολία
- ✓ αέριο σε θερμοκρασία περιβάλλοντος

Άσκηση 1.21



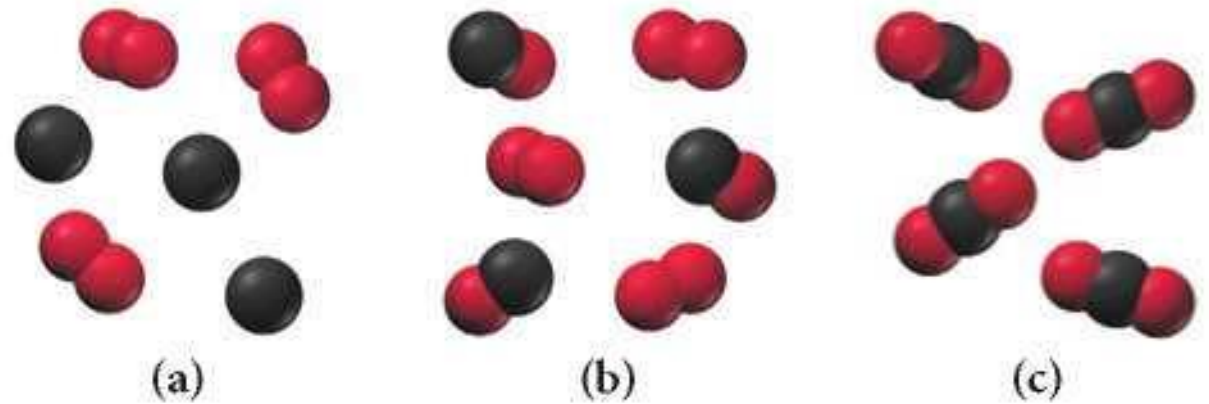
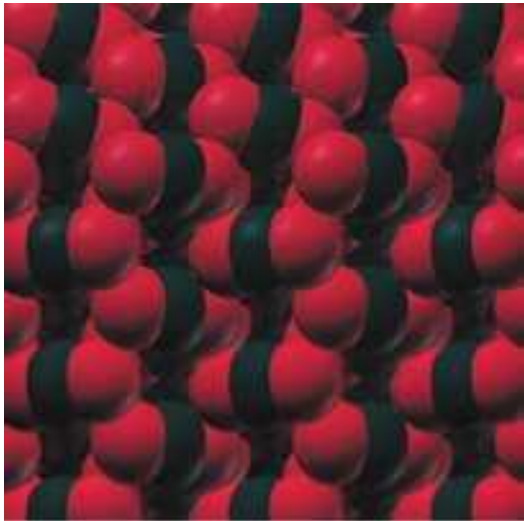
- Με βάση τα παρακάτω σχήματα, να ταξινομήσετε τις αλλαγές ως φυσικές ή χημικές:





Άσκηση 1.22

- Το αρχικό σχήμα αναπαριστά το στερεό διοξείδιο του άνθρακα, το οποίο είναι γνωστό και ως ξηρός πάγος.
- Ποιο από τα ακόλουθα διαγράμματα a, b, ή c αναπαριστά καλύτερα το διοξείδιο του άνθρακα μετά την εξάχνωσή του στην αέρια φάση;

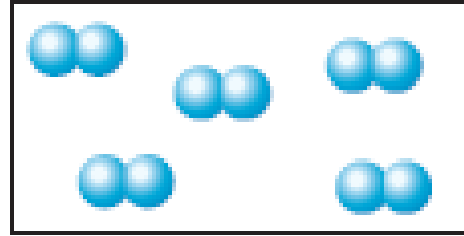




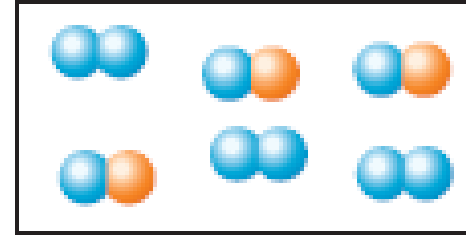
Άσκηση 1.23

➤ Ποια από τις παρακάτω εικόνες αντιστοιχεί σε:

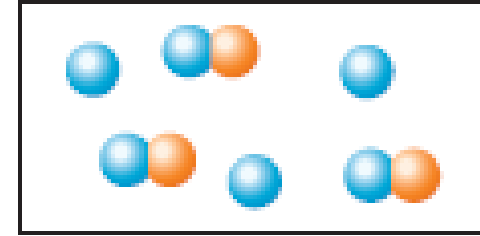
- ✓ μία αέρια ένωση
- ✓ ένα μίγμα δύο αερίων στοιχείων
- ✓ ένα στερεό στοιχείο
- ✓ ένα μίγμα ενός στοιχείου και μίας ένωσης στην αέρια φάση



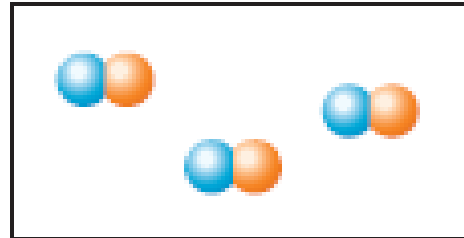
i



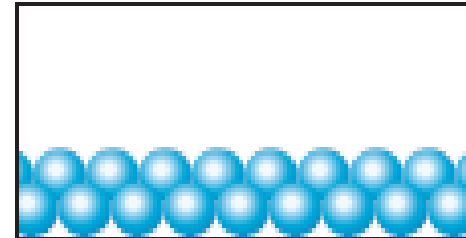
ii



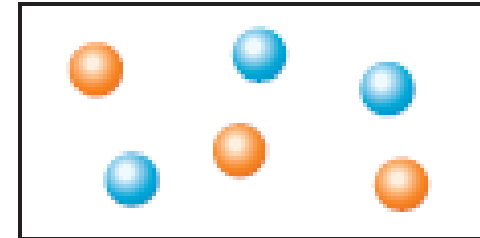
iii



iv



v

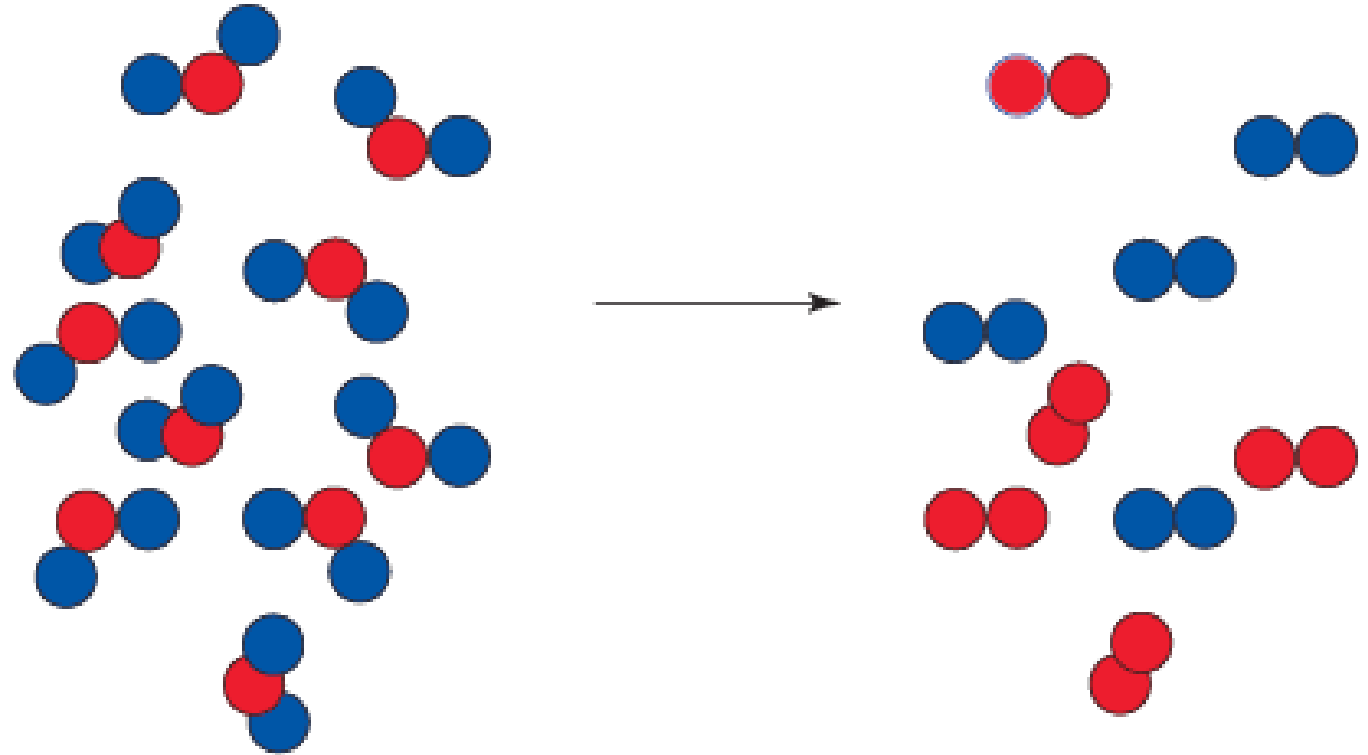


vi



Άσκηση 1.24

- Στην παρακάτω εικόνα, οι κόκκινες και οι μπλε σφαίρες συμβολίζουν τα στοιχεία A και B, αντίστοιχα.
- Η διεργασία που φαίνεται στην εικόνα είναι φυσική ή χημική μεταβολή;
- Οι ουσίες που φαίνονται αριστερά και δεξιά είναι καθαρές ουσίες ή μίγματα;





Άσκηση 1.25

- Μία ατσάλινη σφαίρα έχει ακτίνα 1,58 in. Αν η σφαίρα έχει πυκνότητα ίση με $7,88 \text{ g/cm}^3$, ποια είναι η μάζα της σφαίρας σε γραμμάρια;
- Δίνεται ότι $1 \text{ in} = 2,54 \text{ cm}$.



Άσκηση 1.26

- Ένα κόσμημα ζυγίζει 9,35 g και έχει όγκο $0,654 \text{ cm}^3$.
- Έστω ότι το κόσμημα είναι ένα κράμα (μίγμα) χρυσού και ασημιού, τα οποία έχουν πυκνότητες $19,3 \text{ g/cm}^3$ και $10,5 \text{ g/cm}^3$, αντίστοιχα.
- Τα κράματα των μετάλλων παρασκευάζονται με τήξη (λιώσιμο) των μετάλλων και στη συνέχεια επαναστερεοποίηση τους.
- Έστω ότι κατά την παρασκευή του κράματος των μετάλλων δεν παρατηρείται αλλαγή στο συνολικό όγκο του μίγματος.



Άσκηση 1.26

- Να υπολογίσετε το επί τοις εκατό κατά βάρος ποσοστό του χρυσού στο κόσμημα.
- Το σχετικό ποσοστό του χρυσού σε ένα κράμα μετριέται συνήθως σε καράτια.
- Ο καθαρός χρυσός είναι 24 καράτια ενώ ένα κράμα το οποίο περιέχει 50% χρυσό είναι 12 καράτια.
- Να υπολογίσετε πόσα καράτια είναι το κόσμημα.



Άσκηση 1.27

- Η πλατίνα ή λευκόχρυσος, Pt, είναι ένα από τα πιο σπάνια μέταλλα τα οποία υπάρχουν στη Γη.
- Η παγκόσμια ετήσια παραγωγή της είναι μόλις 130 τόνοι.
- Η πυκνότητα της πλατίνας είναι $21,4 \text{ g/cm}^3$.
- Να υπολογίσετε πόσες ράβδοι πλατίνας όγκου 1 L μπορούν να τοποθετηθούν στην καρότσα ενός μικρού φορτηγού με ωφέλιμο φορτίο 1 τόνο.



Άσκηση 1.28

- Το νερό έχει πυκνότητα $0,997 \text{ g/cm}^3$ στους $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ενώ ο πάγος έχει πυκνότητα $0,917 \text{ g/cm}^3$ στους $-10 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Ένα μπουκάλι έχει όγκο $1,50 \text{ L}$ και είναι πλήρως γεμάτο με νερό στους $25 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Στη συνέχεια, το μπουκάλι αυτό ψύχεται στους $-10 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Τι όγκο καταλαμβάνει ο πάγος στη θερμοκρασία αυτή;
- Θα χωρέσει ο πάγος στο μπουκάλι;



Άσκηση 1.29

- Ένα στερεό δείγμα μάζας 32,65 g τοποθετείται σε ένα ογκομετρικό κύλινδρο.
- Στη συνέχεια, στον κύλινδρο προστίθεται τολουόλιο έτσι ώστε ο συνολικός όγκος του στερεού και του υγρού να είναι 50,00 mL.
- Το στερεό και το υγρό ζυγίσουν συνολικά 58,58 g.
- Η πυκνότητα του τολουολίου είναι 0,864 g/mL.
- Ποια είναι η πυκνότητα του στερεού;
- Δίνεται ότι το στερεό δεν διαλύεται στο τολουόλιο.



Άσκηση 1.30

- Ένας κλέφτης θέλει να κλέψει από ένα μουσείο μία χρυσή σφαίρα ακτίνας 28,9 cm.
- Αν ο χρυσός έχει πυκνότητα $19,3 \text{ g/cm}^3$, θα μπορέσει ο κλέφτης να μεταφέρει από μόνος του τη σφαίρα;



Άσκηση 1.31

- Ένα ρολό με αλουμινόχαρτο έχει μήκος 25 m και πλάτος 29 cm, ενώ ζυγίζει 354 g.
- Αν το αργίλιο έχει πυκνότητα $2,70 \text{ g/cm}^3$, να υπολογίσετε το πάχος του αλουμινόχαρτου σε χιλιοστά.



Άσκηση 1.32

- Ένα σπογγώδες προσροφητικό υλικό αποτελείται από νικέλιο, μολυβδαίνιο και θείο και χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση υδραργύρου από υγρά απόβλητα.
- Η πυκνότητα του υλικού είναι $0,20 \text{ g/cm}^3$ και η ενεργός του επιφάνεια ισούται με 1242 m^2 ανά γραμμάριο υλικού.
- 1. Να υπολογίσετε τον όγκο και την επιφάνεια ενός δείγματος μάζας $10,0 \text{ mg}$.

Άσκηση 1.32



2. Ένα δείγμα υγρών αποβλήτων όγκου 10,0 mL περιέχει 7,748 mg υδραργύρου. Μετά την επεξεργασία του δείγματος των αποβλήτων με 10,0 mg του σπογγώδους προσροφητικού υλικού παρέμειναν στο διάλυμα 0,001 mg υδραργύρου. Ποιο ήταν το ποσοστό απομάκρυνσης του υδραργύρου από τα υγρά απόβλητα;
3. Ποια είναι η τελική μάζα του σπογγώδους προσροφητικού υλικού μετά την επεξεργασία του δείγματος των αποβλήτων;
4. Ποια είναι η προσροφητική ικανότητα του σπογγώδους υλικού για την απομάκρυνση υδραργύρου εκφρασμένη σε:
 - ✓ mg υδραργύρου ανά γραμμάριο προσροφητικού υλικού;
 - ✓ mg υδραργύρου ανά m^2 προσροφητικού υλικού;