

Μάθημα 21

Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΑΤΟΜΟΥ

Το ελάχιστο σωματίδιο χημικού στοιχείου σε ενώσεις του

«ΛΕΥΚΙΠΠΟΣ ΚΑΙ ... ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ... ΤΟ ΠΛΗΡΕΣ ΚΑΙ ΤΟ ΚΕΝΟΝ ΕΙΝΑΙ ΦΑΣΙ, ... ΤΟ ΜΕΝ ΟΝ ΤΟ ΔΕ ΜΗ ΟΝ, ... ΤΟ ΜΕΝ ΠΛΗΡΕΣ ΚΑΙ ΣΤΕΡΕΟΝ, ΤΟ ΔΕ ΚΑΝΟΝ ΚΑΙ ΜΑΝΟΝ ... ΑΙΤΙΑ ΔΕ ΤΩΝ ΟΝΤΩΝ ΤΑΥΤΑ ΩΣ ΥΛΗ»

Αριστοτέλης, *Μετά τα φυσικά*
Α' 4.985β4

Στην ενότητα «Χημικές ενώσεις και χημικά στοιχεία», είδαμε ότι το νερό μπορεί να διασπαστεί σε δύο άλλες ουσίες, το υδρογόνο και το οξυγόνο. Θα μπορούσαμε να εξηγήσουμε αυτή τη μεταβολή του νερού με βάση τη μεταβολή στα μόρια του νερού;

Ξέρουμε τώρα ότι μια ουσία αποτελείται από μόρια.

❖ Έχουν όμως τα μόρια παραπέρα δομή;

Ιστορία της χημείας: Η ατομική θεωρία του Dalton

Ο John Dalton (Ντάλτον) ήταν άγγλος χημικός που ανέλυσε κριτικά και με ευφυή τρόπο πειραματικά δεδομένα άλλων επιστημόνων και οδηγήθηκε στη διατύπωση της ατομικής θεωρίας του για την ύλη. Ειδικότερα, ο Dalton στηρίχθηκε στον νόμο της αφθαρσίας της ύλης του Lavoisier και στον νόμο των σταθερών λόγων του Proust και διατύπωσε το 1803 τη θεωρία του.

Ατομική θεωρία
του Dalton

Οι παραδοχές της ατομικής θεωρίας του Dalton είναι οι εξής:

1. Κάθε χημικό στοιχείο αποτελείται από τα δικά του χαρακτηριστικά, αδιάιρετα και μη καταστρεπτά **άτομα**.
2. Τα άτομα αυτά έχουν χαρακτηριστική μάζα, διαφορετική για κάθε στοιχείο.
3. Οι χημικές ενώσεις είναι συγκεκριμένοι συνδυασμοί αυτών των διαφορετικών ατόμων.

4. Κατά τις χημικές αντιδράσεις μεταξύ ενώσεων, ούτε δημιουργούνται νέα άτομα ούτε καταστρέφονται τα υπάρχοντα άτομα, αλλά απλώς αυτά αναδιατάσσονται σχηματίζοντας νέες ενώσεις.

Αξιοσημείωτο είναι ότι ο Dalton είχε παρατηρήσει ότι ορισμένα στοιχεία σχηματίζουν μεταξύ τους περισσότερες από μία ενώσεις, π.χ. ο άνθρακας με το οξυγόνο το μονοξείδιο και το διοξείδιο του άνθρακα, ή το άζωτο με το οξυγόνο έναν αριθμό οξειδίων του αζώτου.

Στο ένα οξείδιο του άνθρακα, ο λόγος των μαζών οξυγόνου και άνθρακα είναι (σύμφωνα με τον νόμο του Proust) σταθερός και ίσος με 1,33/1,00.

Στο άλλο οξείδιο, ο λόγος αυτός είναι 2,66/1,00.

Οι λόγοι αυτοί είναι τα γραμμάρια (g) του οξυγόνου που ενώνονται με 1 g άνθρακα.

Ποια σχέση έχουν αυτοί οι δύο λόγοι;

.....
.....

Έτσι ο Dalton οδηγήθηκε το 1805 στη διατύπωση του νόμου των **απλών πολλαπλασίων**:

Όταν δύο στοιχεία ενώνονται για να σχηματίσουν δύο ή περισσότερες χημικές ενώσεις, η αναλογία μαζών του ενός στοιχείου που ενώνεται με μια καθορισμένη ποσότητα του άλλου στοιχείου είναι αναλογία μικρών ακέραιων αριθμών, που αποτελεί την αναλογία ατόμων του στοιχείου στις διαφορετικές χημικές ενώσεις.

Ο νόμος των απλών πολλαπλασίων εξηγείται με βάση την ατομική θεωρία. Ουσιαστικά όμως είχε προβλεφθεί από τη θεωρία του Dalton.

Νόμος των
απλών πολλαπλασίων
του Dalton

Να έχεις υπόψη σου

Ο Dalton περιέλαβε την ατομική του θεωρία στο σύγγραμμά του «Ένα νέο σύστημα χημικής φιλοσοφίας» που δημοσιεύθηκε το 1807. Ο Dalton έκανε επίσης σημαντικές μελέτες για τις ιδιότητες των αερίων και θεωρείται ένας από τους μεγάλους θεμελιωτές της επιστήμης της χημείας.

Πείραμα 1

Πάρτε προσεκτικά μια φιάλη με πυκνό διάλυμα υδροχλωρικού οξέος και πλησιάστε κοντά στο ανοικτό στόμιο (όχι όμως πολύ κοντά στο στόμιο). Τι παρατηρείτε;

.....
.....
.....
.....



Διαπιστώνουμε ότι ενώ η φιάλη περιέχει διάλυμα υδροχλωρικού οξέος, η οσμή οφείλεται στο αέριο υδροχλώριο. (Στο υδροχλωρικό οξύ το υδροχλώριο είναι διαλυμένο μέσα σε νερό).

Το υδροχλώριο είναι χημική ένωση αποτελούμενη από τα αέρια στοιχεία υδρογόνο και χλώριο.

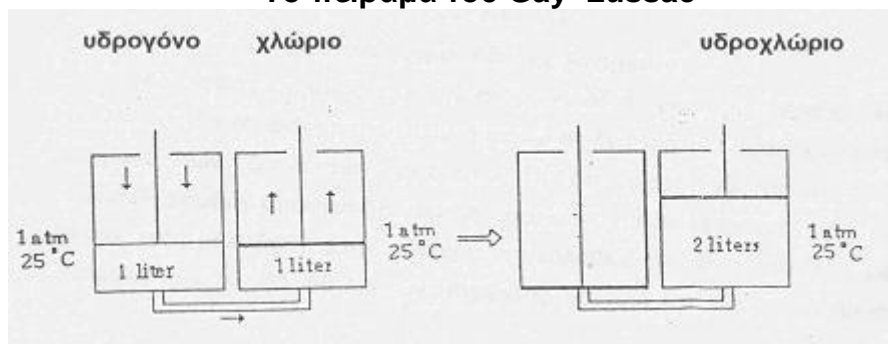
Σε προηγούμενη ενότητα μελετήσαμε τη διάσπαση του νερού σε υδρογόνο και οξυγόνο με ηλεκτρόλυση.

Αντίστοιχα, το υδροχλώριο μπορεί να διασπαστεί σε υδρογόνο και χλώριο και αντίστροφα.

Καταλήγουμε λοιπόν στο συμπέρασμα ότι κάπου μέσα στο υδροχλώριο είναι «κρυμμένο» το υδρογόνο και το χλώριο.

Πώς όμως, με ποια μορφή;

Το πείραμα του Gay-Lussac



Το 1808 ο Γάλλος φυσικός και χημικός Gay-Lussac (Γκε-Λουσακ) μέτρησε πειραματικά τους όγκους αερίων που αντιδρούν μεταξύ τους υπό καθορισμένες συνθήκες. Ας δούμε το πείραμα αυτό.

Στο αριστερό δοχείο του σχήματος τοποθετούμε 1 L υδρογόνου σε πίεση 1 atm και θερμοκρασία 25 °C. Στο δεξιό δοχείο τοποθετούμε 1 L χλωρίου στις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης. Τα δύο δοχεία είναι εφοδιασμένα με μετακινούμενο έμβολο και συνδέονται μεταξύ τους. Όταν πιεστεί το έμβολο στο δοχείο που περιέχει υδρογόνο, το υδρογόνο «μεταφέρεται» πιεζόμενο στο δοχείο που περιέχει χλώριο, όπου τα δύο αέρια αντιδρούν μεταξύ τους.

Μετά το τέλος της αντίδρασης, επαναφέρουμε τη θερμοκρασία και την πίεση στις αρχικές τους τιμές (25 °C , 1 atm αντίστοιχα). Αυτό το πετυχαίνουμε διατηρώντας τη συσκευή με τα δύο δοχεία σε σταθερή θερμοκρασία και μετακινώντας το έμβολο ώστε η τελική πίεση να επανέλθει στην αρχική της τιμή (1 atm).

Τι παρατηρείτε στο παραπάνω σχήμα ότι συμβαίνει στο τέλος του πειράματος; Ποιος είναι ο όγκος του υδροχλωρίου που σχηματίζεται;

.....

Στο τέλος του πειράματος, σχηματίζονται 2 L υδροχλωρίου στις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης.

Παρατηρούμε λοιπόν ότι:

1 L αερίου υδρογόνου ενώνεται με 1 L αερίου χλωρίου σε ορισμένη θερμοκρασία και πίεση και σχηματίζονται 2 L αερίου υδροχλωρίου, στην ίδια θερμοκρασία και πίεση.

Η υπόθεση του Avogadro

Το 1811, ο Ιταλός χημικός Avogadro (Αβογκάντρο) διατύπωσε την εξής υπόθεση, γνωστή ως **υπόθεση Avogadro**:

Ίσοι όγκοι αερίων, στην ίδια θερμοκρασία και πίεση, περιέχουν τον ίδιο αριθμό μορίων.

Υπόθεση
του Avogadro

Πείραμα 2

Χωριστείτε σε ομάδες 2 – 3 ατόμων και τοποθετήστε μέσα σ' ένα κύκλο που θα σχεδιάσετε με κιμωλία πάνω σε ένα τραπέζι όσα πιο πολλά κέρματα των 5 λεπτών μπορείτε. Πρέπει όμως να τηρείτε μια προκαθορισμένη απόσταση ανάμεσα στα κέντρα των κερμάτων (π.χ. το μήκος ενός μολυβιού). Στη συνέχεια επαναλάβετε την ίδια διαδικασία με κέρματα των 10, 20, 50 λεπτών, τηρώντας πάντοτε την προκαθορισμένη απόσταση. Τι παρατηρείτε; Συμφωνούν τα συμπεράσματά σας με την υπόθεση Avogadro;

.....

Πείραμα 3

Σχεδιάστε στον πίνακα ένα δοχείο που περιέχει 1 L αέριο υδρογόνο σε ορισμένη θερμοκρασία και πίεση. Κατόπιν σχεδιάστε με κυκλάκια τα μόρια του υδρογόνου μέσα στο δοχείο. (Στο συγκεκριμένο πείραμα σχεδιάστε 10 κυκλάκια που παριστάνουν 10 μόρια υδρογόνου).

Σύμφωνα με τις προηγούμενες ενότητες όπου μελετήσαμε την έννοια του μορίου σε στερεά, υγρά και αέρια, το αέριο υδρογόνο καταλαμβάνει όλο τον όγκο του δοχείου.

Πείραμα 4

Σχεδιάστε στον πίνακα ένα δοχείο που περιέχει 1 L αέριο χλώριο στην ίδια θερμοκρασία και πίεση. Έχοντας υπόψη το Πείραμα 4, καθώς και την υπόθεση Avogadro, πόσα μόρια αερίου χλωρίου, θα σχεδιάσετε στο δοχείο χρησιμοποιώντας κυκλάκια;

Αφού η θερμοκρασία και η πίεση διατηρείται σταθερή, το δοχείο με το αέριο χλώριο, θα περιέχει τον ίδιο αριθμό μορίων με το δοχείο που περιέχει το αέριο υδρογόνο.

Πείραμα 5

Σχεδιάστε στον πίνακα ένα δοχείο που περιέχει αέριο υδροχλώριο στην ίδια θερμοκρασία και πίεση. Έχοντας υπόψη το Πείραμα Gay-Lussac, το δοχείο θα περιέχει L αερίου υδροχλωρίου. Έχοντας υπόψη σας την υπόθεση Avogadro, καθώς και τα Πειράματα 3 και 4 πόσα μόρια αερίου υδροχλωρίου θα σχεδιάσετε στο δοχείο χρησιμοποιώντας κυκλάκια;

.....

...

Το δοχείο με το αέριο χλώριο περιέχει τον ίδιο αριθμό μορίων με αυτό που περιέχει το αέριο υδρογόνο. Το δοχείο με το αέριο υδροχλώριο περιέχει 2 L αέριο υδροχλώριο. Σύμφωνα με την υπόθεση Ανογάτρο, το δοχείο αυτό περιέχει 20 μόρια αερίου υδροχλωρίου (θεωρούμε ότι κάθε δοχείο περιέχει 10 μόρια από το κάθε αέριο).

Πείραμα 6

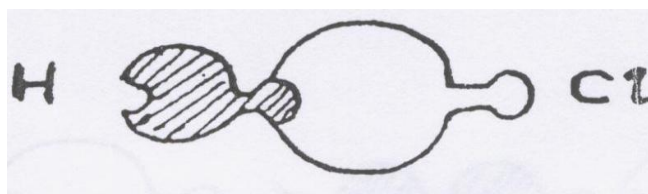
Πάρτε δύο ίδια ζευγάρια από πλαστικές μπάλες, το καθένα από τα οποία αποτελείται από δύο διαφορετικού χρώματος και μεγέθους ενωμένες μπάλες και ξεχωρίστε τα δύο αυτά ζευγάρια σε μπάλες ίδιου χρώματος και μέγεθος.

Ποια κατά τη γνώμη σας θα μπορούσε να είναι η χρησιμότητα του πειράματος αυτού;

.....
...
.....
.

Το κάθε ζευγάρι από τις ενωμένες μπάλες παριστάνει το μόριο του υδροχλωρίου, με τη μια μπάλα να παριστάνει το υδρογόνο και την άλλη το χλώριο.

Το υδροχλώριο είναι σύνθετο σώμα (χημική ένωση) και αποτελείται από υδρογόνο και χλώριο. Η απλούστερη λοιπόν περίπτωση (παριστάνεται στο Πείραμα 6) είναι να αποτελείται το μόριο του υδροχλωρίου από 1 μονάδα (1 «μόριο») υδρογόνου και 1 μονάδα (1 «μόριο») χλωρίου.



Τελικά, αναλύσαμε τα δύο μόρια του υδροχλωρίου σε 2 «μόρια» υδρογόνου και 2 «μόρια» χλωρίου.

Πείραμα 7

Πάρτε τις μπάλες ίδιου χρώματος και μεγέθους και ενώστε τις, ξαναφτιάχνοντας ζευγάρια από πλαστικές μπάλες διαφορετικού χρώματος και μεγέθους. Τι διαπιστώνετε;

.....
.....
...

Δεχόμενοι την υπόθεση Avogadro, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι το αποτέλεσμα του πειράματός μας (σύνθεση 2 μορίων υδροχλωρίου από 2 «μόρια» υδρογόνου και 2 «μόρια» χλωρίου), δεν συμφωνεί με το πείραμα του Gay-Lussac. Άρα, είτε η υπόθεση του Avogadro δεν είναι σωστή, είτε τα μοντέλα που έχουμε χρησιμοποιήσει για να παραστήσουμε τα μόρια δεν είναι σωστά.

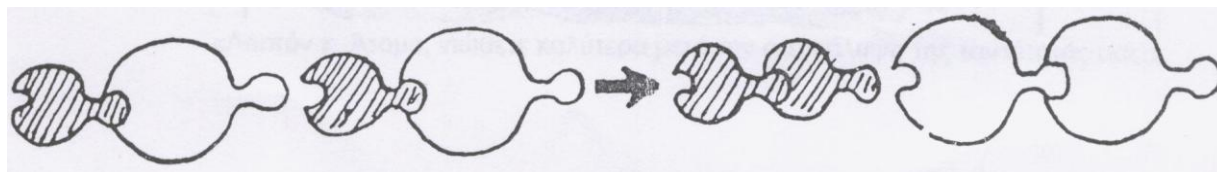
Πείραμα 8

Πάρτε 2 ζευγάρια από μπάλες διαφορετικού χρώματος και μεγέθους ενωμένες μεταξύ τους ξεχωρίστε τα και ξαναφτιάξτε 2 ζευγάρια από μπάλες, ίδιου χρώματος και μεγέθους, τροποποιήστε δηλαδή τη διαδικασία που ακολουθήσατε στο Πείραμα 7. (Η εκτέλεση του πειράματος θα γίνει θεωρώντας ότι η υπόθεση Avogadro ισχύει).

Τι διαπιστώνετε στην περίπτωση αυτή;

.....
.....
.....

Καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι τα μόρια του υδρογόνου και του χλωρίου είναι διπλά, αποτελούμενα το καθένα από δύο όμοια μέρη.



Χωρίσαμε λοιπόν τα 2 μόρια υδροχλωρίου σε 1 μόριο υδρογόνου και 1 μόριο χλωρίου.

Αντίστροφα, μπορούμε να συνθέσουμε 2 μόρια υδροχλωρίου ξεκινώντας από 1 μόριο (1 διπλή μπάλα) υδρογόνου και 1 μόριο (1 διπλή μπάλα) χλωρίου.

Το δεδομένο αυτό συμφωνεί με την υπόθεση Avogadro καθώς και με το Πείραμα Gay-Lussac που χρησιμοποιήσαμε ως πειραματικό δεδομένο.

Τελικά συμπεραίνουμε ότι:

Το μόριο του στοιχείου υδρογόνου αποτελείται από δύο ακριβώς ίδια μέρη. Το ίδιο ισχύει και για το μόριο χλωρίου.

Σε κάθε ένα από τα όμοια αυτά μέρη θα δώσουμε το όνομα **άτομα**. Τα μόρια δηλαδή αποτελούνται από μικρότερα σωματίδια, **τα άτομα**.

Ατομικότητα
στοιχείου

Ατομικότητα ενός στοιχείου είναι ο αριθμός των ατόμων του στοιχείου από τα οποία αποτελείται το μόριό του.

Να έχεις υπόψη σου

Ο όρος ατομικότητα ισχύει μόνο για μόρια στοιχείων και όχι για μόρια χημικών ενώσεων.

Για παράδειγμα, το μόριο του υδρογόνου και το μόριο του χλωρίου αποτελούνται από 2 άτομα υδρογόνου και χλωρίου αντίστοιχα (2 ακριβώς ίδια μέρη). Άρα, η ατομικότητα των στοιχείων υδρογόνου και χλωρίου είναι 2.

Το μόριο του νερού αποτελείται από 2 άτομα υδρογόνου και 1 άτομο οξυγόνου. Είναι λάθος να πούμε ότι η ατομικότητα του υδρογόνου είναι 2 και του οξυγόνου 1, διότι το νερό είναι χημική ένωση και όχι στοιχείο.

Στα μόρια των χημικών ενώσεων, μπορούμε να έχουμε ένα ή περισσότερα άτομα από κάθε στοιχείο που συμμετέχει στην ένωση.

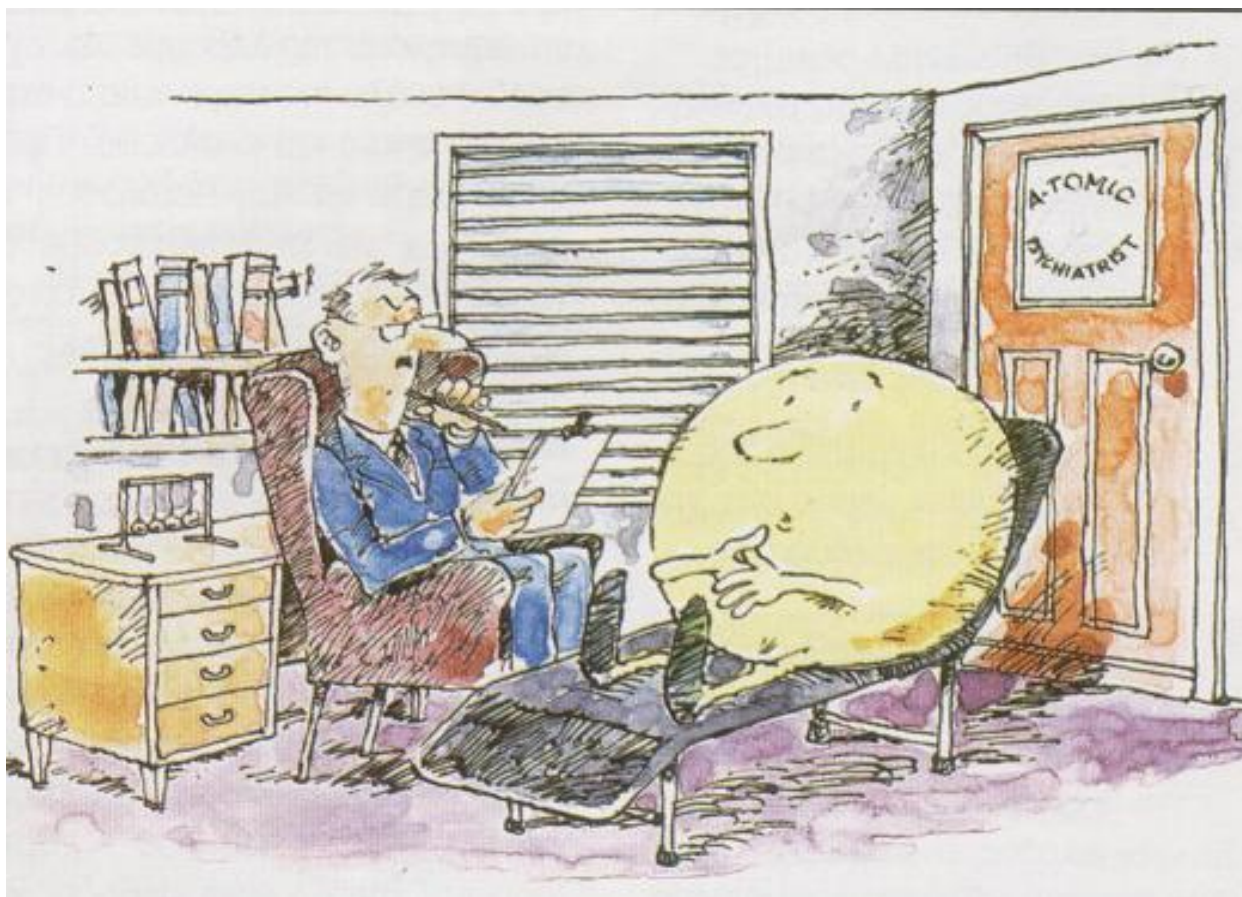
Παρατηρούμε ότι το μόριο του υδροχλωρίου αποτελείται από ένα άτομο υδρογόνου και ένα άτομο χλωρίου.

Παίρνοντας ως παράδειγμα το μόριο του νερού, διαπιστώνουμε ότι αποτελείται από 2 άτομα υδρογόνου και 1 άτομο οξυγόνου.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι:

Το άτομο είναι το ελάχιστο σωματίδιο ενός χημικού στοιχείου με το οποίο το στοιχείο μπορεί να συμμετέχει σε χημικές ενώσεις.

Ορισμός
του ατόμου



«Λοιπόν κ. Άτομο, νιώθετε καλύτερα μετά την αποκάλυψη της ταυτότητάς σας;»

Να έχεις υπόψη σου

Ο Dalton είχε κάνει ένα σοβαρό λάθος, θεωρώντας ότι η απλούστερη ένωση δύο στοιχείων περιέχει πάντοτε ένα άτομο από κάθε στοιχείο. Σύμφωνα με αυτή την παραδοχή, το μόριο του νερού έπρεπε να αποτελείται από ένα άτομο υδρογόνου και ένα άτομο οξυγόνου (θα είχε το μοριακό τύπο HO).

Ο Dalton νόμιζε ότι ο νόμος των αέριων όγκων του Gay-Lussac δεν συμφωνούσε με την ατομική θεωρία του, με αποτέλεσμα να τον απορρίψει. Με τη σειρά του, ο Gay-Lussac απέρριπτε την ατομική θεωρία. Ο μοριακός τύπος H_2O για το νερό συμβίβασε την ατομική θεωρία με τον νόμο του Gay-Lussac.

Ο τύπος H_2O είναι ο αποδεκτός τύπος για το νερό.

Χημεία και φιλοσοφία

Είναι πασίγνωστη και πέρα από κάθε αμφισβήτηση η συμβολή της ανακάλυψης και κατανόησης της λεπτοδομής της ύλης στην πρόοδο των φυσικών επιστημών. Εκτός από τις πρακτικές εφαρμογές, ικανοποιήθηκε και η έμφυτη φιλοσοφική και επιστημονική διάθεση του ανθρώπου. Ήδη από τα πρώτα χρόνια της ενασχόλησής τους με το πνεύμα και τη φύση, οι Έλληνες φιλόσοφοι ασχολήθηκαν με την ερμηνεία των πραγμάτων του κόσμου και την αναγωγή τους σε μια αρχή.

Κοινή φυσική αρχή όλων των όντων είναι **το ύδωρ** κατά τον Θαλή, **το άπειρον** κατά τον Αναξίμανδρο, **ο αήρ** κατά τον Αναξίμενη, **το πυρ** κατά τον Ηράκλειτο και **τα σπέρματα ή χρήματα** κατά τον Αναξαγόρα, παντοειδή σώματα δηλαδή που πληρούν όλη την ύλη χωρίς κενό μεταξύ τους. Εξάλλου κατά τον Εμπεδοκλή, τέσσερα είναι τα στοιχεία, **τα ριζώματα**, από τα οποία αποτελούνται τα πάντα στον κόσμο: **γη, ύδωρ, αήρ και πυρ**, πάνω στα οποία ενεργούν δύο δυνάμεις, η **φιλότις και το νείκος**, η μεν συνθετική η δε διαλυτική, από την αντίθεση των οποίων **αρμονία γίνονται**.

Οι πρώτοι εισηγητές της ατομικής θεωρίας υπήρξαν όμως οι αρχαίοι Έλληνες φιλόσοφοι Λεύκιππος και Δημόκριτος. Ως αρχή των όντων θεωρούσαν τα άτομα, τα οποία έχουν δικό τους βάρος, κινούνται στο κενό, όταν μεν ενώνονται συνθέτουν όλα τα όντα, όταν δε διαλύονται επιφέρουν τη φθορά των όντων.

Τα άτομα είναι τόσο μικρά ώστε είναι αόρατα. Επιπλέον, είναι αγέννητα, ανώλεθρα, ομοειδή, αναλλοίωτα, μεταβάλλουν μόνο θέση και διάταξη και διαφέρουν κατά το βάρος τους. Η χρήση της λέξης άτομο προέρχεται από το στερητικό **α** και τη λέξη **τομή**, για να δεχτεί ότι τα άτομα δεν «τέμνονται», δεν «κόβονται».

Η πρώτη αυτή ατομική θεωρία ξεχάστηκε επί πολλούς αιώνες και επανήλθε στο προσκήνιο μόλις τον περασμένο αιώνα, εξελισσόμενη μέσω της επιστημονικής μεθόδου σε αυστηρή, ακριβή, τελειότατη και αισθητικά υψηλή θεωρία.

Δεν υπήρχε αμφιβολία ότι τα άτομα μπορούσαν να εξηγήσουν κάποια φαινόμενα-σπαζοκεφαλιές. Αλλά στην πραγματικότητα αυτά ήταν όνειρα θερινής νυκτός. Αν πράγματι υπήρχαν, ήταν πάρα πολύ μικρά για να τα αντιληφθεί κανείς με τις αισθήσεις του. Πώς τότε θα ήταν ποτέ δυνατό να παγιωθεί η ύπαρξή τους; Ευτυχώς υπήρχε ένας τρόπος. Το κόλπο ήταν να υποθέσουμε ότι τα άτομα υπάρχουν και κατόπιν να φτιάξουμε μια λογική ακολουθία για τον καθημερινό μας κόσμο. Αν η ακολουθία ταίριαζε με την πραγματικότητα, τότε η ιδέα των ατόμων υποστηριζόταν. Αν όχι, τότε ήταν καιρός να ψάξουμε για μια καλύτερη ιδέα.

Chown, M. (2001).

The magic furnace: The search for the origin of atoms
N. Y: Oxford University Press

Χημεία και τεχνολογία «Βλέπουμε τα άτομα»

Μια σύγχρονη πειραματική μαρτυρία για την ύπαρξη των ατόμων μάς προσφέρει η μικροσκοπία σάρωσης σήραγγας (scanning tunneling microscopy, STM). Έτσι, η τεχνική αυτή, μας αποκαλύπτει ότι η επιφάνεια ενός στερεού υλικού αποτελείται από εξογκώματα-λόφους (άτομα), ανάμεσα στα οποία υπάρχουν βαθουλώματα-κοιλάδες (κενά). Η σάρωση της επιφάνειας του στερεού γίνεται με τρόπο ανάλογο με τον τρόπο που ένας τυφλός σαρώνει με το ραβδί του το δρόμο μπροστά του: καθώς προχωρά κινεί το ραβδί αριστερά και δεξιά και ταυτόχρονα το χτυπά στο έδαφος.



Ένα ατομικό τοπίο από την επιφάνεια καθαρού πυριτίου, φτιαγμένο με την τεχνική της μικροσκοπίας σάρωσης σήραγγας

ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΣΕ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Πού βασίστηκε ο Dalton για τη διατύπωση της ατομικής θεωρίας του;
2. Ποιες οι τέσσερις παραδοχές της ατομικής θεωρίας του Dalton;
3. Ποια παρατήρηση οδήγησε τον Dalton στη διατύπωση του νόμου των απλών πολλαπλασίων;
4. Πώς διατυπώνεται ο νόμος των απλών πολλαπλασίων του Dalton;
5. Πώς η ατομική θεωρία εξηγεί τον νόμο των απλών πολλαπλασίων;
6. Σε ποιο συμπέρασμα κατέληξε ο Gay-Lussac με το πείραμά του;
7. Ποια η διατύπωση της υπόθεσης Avogadro;
8. Πώς το πείραμα Gay-Lussac καθώς και η υπόθεση του Avogadro βοηθούν στην προσέγγιση της έννοιας του ατόμου;
9. Δώστε τον ορισμό της έννοιας του ατόμου.
10. Τι είναι ατομικότητα ενός στοιχείου;

**Για να γνωρίσεις περισσότερα,
να σκεφτείς και να καταλάβεις γιατί**

- 1.** 2 L αερίου υδρογόνου αντιδρούν με 1 L αερίου οξυγόνου και σχηματίζουν 2 L υδρατμών. Όλοι οι όγκοι μετρήθηκαν στην ίδια θερμοκρασία και πίεση. Να βρείτε την ατομικότητα του οξυγόνου καθώς και από ποια και πόσα άτομα αποτελείται το μόριο του νερού. (Γνωρίζουμε ήδη ότι το υδρογόνο είναι διατομικό μόριο)
- 2.** 1 L αερίου αζώτου αντιδρά με 3 αέριου L υδρογόνου και σχηματίζουν 2 L αέριας αμμωνίας. Όλοι οι όγκοι μετρήθηκαν στην ίδια θερμοκρασία και πίεση. Να βρείτε την ατομικότητα του αζώτου. (Γνωρίζουμε ήδη ότι το υδρογόνο είναι διατομικό μόριο)
- 3.** Αναφέραμε παραπάνω ότι ο Dalton είχε κάνει ένα σοβαρό λάθος για τη δομή των μορίων. Ποιο ήταν αυτό το λάθος και πώς αυτό οδήγησε τον Dalton να απορρίψει τον νόμο των αέριων όγκων του Gay–Lussac;
- 4.** Αν σας ζητούσαν να παραστήσετε τα άτομα από τα οποία αποτελούνται τα μόρια διαφόρων στοιχείων όπως οξυγόνο, υδρογόνο, χλώριο κ.ά. κόβοντας κυκλικά κομμάτια χαρτονιού θα χρησιμοποιούσατε κομμάτια ίδιας διαμέτρου και ίδιου χρώματος; Αν όχι, γιατί;
- 5.** Ένας φίλος σας ισχυρίζεται ότι ο όρος ατομικότητα αναφέρεται και στις χημικές ενώσεις πέρα από τα χημικά στοιχεία. Συμφωνείτε;
- 6.** Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λάθος;
 - α. Τα άτομα των στοιχείων υπάρχουν μόνα τους ή σε συνδυασμό με άλλα άτομα.
 - β. Ο συνδυασμός ατόμων οδηγεί αποκλειστικά σε μόρια στοιχείων.
 - γ. Το άτομο δεν διατηρεί τις μικροσκοπικές ιδιότητες του στοιχείου.
 - δ. Οι έννοιες άτομο και ατομικότητα είναι ταυτόσημες.