

Μάθημα 23

Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΕΞΙΣΩΣΗΣ Απεικονίζει συμβολικά στο χαρτί μια χημική αντίδραση

Στο τελευταίο αυτό μάθημα θα χρησιμοποιήσουμε τους τρεις βασικούς νόμους της χημείας και τους χημικούς τύπους για να συμβολίζουμε στο χαρτί τις χημικές αντιδράσεις. Ακόμη, με τη βοήθεια της έννοιας του μολ θα συνδέσουμε το υπομικροσκοπικό και το συμβολικό επίπεδο της χημείας με το μακροσκοπικό επίπεδο.

Οι χημικές μεταβολές (χημικές αντιδράσεις)

Κάθε χημική μεταβολή / χημική αντίδραση μπορεί να περιγραφεί σε τρία επίπεδα:

❖ Το παρατηρήσιμο μακροσκοπικό επίπεδο, μέσω φυσικών ιδιοτήτων (εμφάνιση, χρώμα, φυσική κατάσταση κ.ά.) και κάποιων άλλων χαρακτηριστικών ιδιοτήτων (σύνθεση, διάσπαση κ.ά.).

❖ Το «φανταστικό» υπομικροσκοπικό επίπεδο μέσω μοντέλων της ύλης (χαρακτηριστικά και οργάνωση των μορίων).

❖ Το συμβολικό επίπεδο (σύμβολα στοιχείων και χημικοί τύποι) επιτρέπει/διευκολύνει τη μετάβαση από το μακροσκοπικό στο υπομικροσκοπικό επίπεδο κατά τη διάρκεια της περιγραφής μιας χημικής μεταβολής.

Τα τρία επίπεδα περιγραφής
μιας χημικής μεταβολής

Κατά τις χημικές αντιδράσεις είδαμε ότι ισχύουν τρεις θεμελιώδεις νόμοι. Ποιοι είναι αυτοί οι νόμοι;

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

Να έχεις υπόψη σου

Οι νόμοι αυτοί ουσιαστικά αποτελούν μια πρώτη μορφή συσχέτισης μεταξύ του παρατηρήσιμου πειραματικά και μετρήσιμου μακροσκοπικά επιπέδου και του φανταστικού μικροσκοπικού επιπέδου σε μια χημική αντίδραση. Ειδικότερα, ο νόμος διατήρησης της μάζας μας οδηγεί στο παρακάτω συμπέρασμα:

Σε κάθε χημική μεταβολή (χημική αντίδραση) ο αριθμός των ατόμων του κάθε στοιχείου που μετέχει σ' αυτή παραμένει αμετάβλητος.

Με βάση όλα όσα αναλύσαμε μέχρι τώρα στην ενότητα αυτή, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι:

Μια χημική αντίδραση είναι μια διαδικασία τροποποίησης των ουσιών που μετέχουν σ' αυτήν, ενώ διατηρούνται τόσο η μάζα, όσο και τα άτομα από τα οποία αποτελούνται οι ουσίες.

Πείραμα

Πάρτε μια μικρή φιάλη προπανίου και έναν αναπτήρα. Προσεκτικά περιστρέψτε τη στρόφιγγα της φιάλης για να απελευθερωθεί αέριο προπάνιο και πλησιάστε με προσοχή τον αναμμένο αναπτήρα. Τι παρατηρείτε;

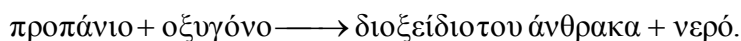
.....
...
.....
...
.....



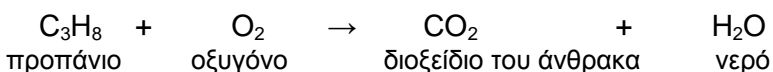
Η καύση του προπανίου
σε μακροσκοπικό επίπεδο

Αυτό που διαπιστώνουμε σε μακροσκοπικό επίπεδο κατά την εκτέλεση του πειράματός μας είναι ότι το αέριο καίγεται με ταυτόχρονη παραγωγή φλόγας και θερμότητας. Στο επίπεδο αυτό, η χημική αντίδραση που γίνεται καταγράφεται ως ένα γεγονός, ένας αριθμός παρατηρήσιμων δεδομένων (φλόγα, χρώμα, καύση προπανίου, εκπομπή καυσαερίων κ.λπ.) και όχι ως μια διαδικασία χημικής μεταβολής (ουσίες μετατρέπονται σε νέες ουσίες).

Για να δείξουμε ότι το αέριο που καίγεται είναι μια ουσία (χημική ένωση) που μετατρέπεται σε νέες ουσίες γράφουμε:



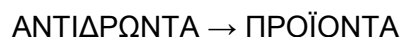
Στο προηγούμενο μάθημα είδαμε ότι ο χημικός συμβολισμός (οι χημικοί τύποι) επιτρέπει τη μετάβαση από το μακροσκοπικό στο υπομικροσκοπικό επίπεδο. Χρησιμοποιώντας χημικούς τύπους, μπορούμε να περιγράψουμε συμβολικά τη χημική αντίδραση καύσης του προπανίου:



Ορισμός της
χημικής εξίσωσης

Η εξίσωση αυτή συνδέει συμβολικά το μακροσκοπικό με το υπομικροσκοπικό επίπεδο στην περιγραφή μιας χημικής μεταβολής και αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα **χημικής εξίσωσης**.

Οι ουσίες στο αριστερό μέλος της εξίσωσης είναι τα αντιδρώντα της αντίδρασης, ενώ στο δεξιό μέλος είναι τα προϊόντα. Το βέλος διαβάζεται ως «παράγεται» ή «σχηματίζεται». Μια χημική εξίσωση διαβάζεται πάντα από αριστερά προς τα δεξιά. Δηλαδή μια χημική εξίσωση είναι της μορφής:



Ισοστάθμιση χημικής εξίσωσης

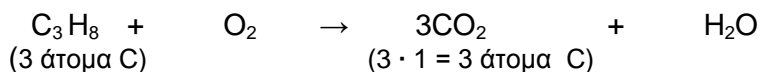
Ας εξετάσουμε προσεκτικά την παραπάνω χημική εξίσωση που περιγράφει τη χημική αντίδραση της καύσης του προπανίου. Παρατηρούμε ότι στη χημική αυτή εξίσωση ο αριθμός των ατόμων καθενός στοιχείου δεν είναι ίδιος στα δύο μέλη της.

(Θυμίζουμε ότι οι αριθμοί που είναι δείκτες στα σύμβολα των στοιχείων δείχνουν τον ακριβή αριθμό των ατόμων του κάθε στοιχείου στα μόρια των ουσιών που συμμετέχουν στην αντίδραση. Όταν ο δείκτης είναι μονάδα παραλείπεται.)

Στο παράδειγμά μας, 3 άτομα C, 8 άτομα H και 2 άτομα O υπάρχουν στο αριστερό μέλος της εξίσωσης, ενώ στο δεξιό μέλος έχουμε 1 άτομο C, 2 άτομα H και $2 + 1 = 3$ άτομα O.

Επειδή ο αριθμός των ατόμων πρέπει να διατηρείται προχωράμε ως εξής:

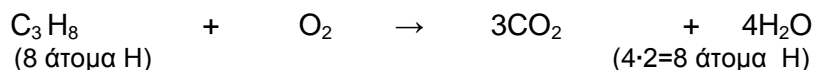
1) Για να υπάρχουν 3 άτομα C και στα δύο μέλη τοποθετούμε τον συντελεστή 3 πριν από το CO_2 . Η (1) γίνεται:



2) Για να υπάρχουν 8 άτομα H και στα δύο μέλη, τοποθετούμε τον συντελεστή 4 πριν από το μόριο του H_2O .

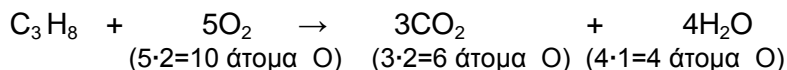
Τώρα έχουμε:

Σε μια χημική εξίσωση
διατηρούνται ο αριθμός των
ατόμων και η μάζα

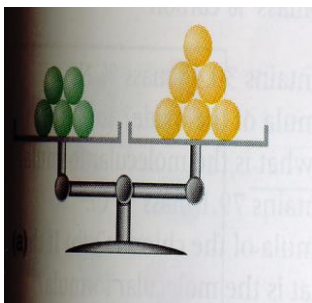
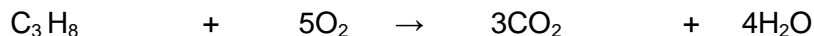


3) Τώρα διαπιστώνουμε ότι στο δεξιό μέλος έχουμε $3 \cdot 2 + 4 \cdot 1 = 10$ άτομα O, ενώ στο αριστερό μέλος 2 άτομα O. Άρα πριν από το O₂ πρέπει να τοποθετήσουμε τον συντελεστή 5 ($10/2 = 5$). Τελικά έχουμε:

Ισοστάθμιση
χημικής εξίσωσης



Η ισοσταθμισμένη μορφή της χημικής εξίσωσης θα είναι:



Παρατηρούμε ότι ο αριθμός των ατόμων παραμένει αμετάβλητος στα αντιδρώντα και στα προϊόντα. Εξάλλου, είναι φανερό ότι η ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση ικανοποιεί και την αρχή διατήρησης της μάζας, δηλαδή: η μάζα των προϊόντων ισούται με τη συνολική μάζα των ουσιών που αντέδρασαν. Η μορφή αυτή της χημικής εξίσωσης επιτρέπει τη μετάβαση από το μακροσκοπικό στο μικροσκοπικό επίπεδο και αντίστροφα.

Τι δείχνουν οι συντελεστές
σε μια χημική εξίσωση

Οι **συντελεστές** που έχουμε τοποθετήσει πριν από τους χημικούς τύπους των ουσιών δείχνουν την αναλογία με την οποία πρέπει να αναμιχθούν οι ποσότητες των ουσιών για να έχουμε χημική αντίδραση.

Χρησιμοποιώντας την έννοια του μολ σαν ένα πακέτο, μπορούμε να 'μεταφράσουμε' ποσοτικά σε μακροσκοπικό επίπεδο μια χημική εξίσωση. Έτσι, η εξίσωση καύσης του προπανίου μάς λέει ότι

1 μολ προπανίου (C₃H₈) αντιδρά με 5 μολ οξυγόνου (O₂) και σχηματίζονται 3 μολ διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και 4 μολ νερού H₂O.

Η έννοια του μολ συνδέει
το υπομικροσκοπικό
με το μακροσκοπικό

Επαναλαμβάνουμε ότι, όπως θα μάθουμε σε μεγαλύτερη τάξη, είναι εύκολο να υπολογίζουμε τις μάζες 1 μολ προπανίου (που είναι 44 g), 1 μολ οξυγόνου (32 g), 1 μολ διοξειδίου του άνθρακα (44 g), 1 μολ νερού (18 g) κ.λπ. Μπορούμε επομένως να "μεταφράσουμε" τα μολ αντιδρώντων και προϊόντων στην καύση του προπανίου σε αντίστοιχες μάζες:

44 g προπανίου αντιδρούν με g οξυγόνου και σχηματίζονταιg διοξειδίου του άνθρακα και g νερού.

Να έχεις υπόψη σου

Οι χημικές εξισώσεις δεν πρέπει να συγχέονται με τις μαθηματικές εξισώσεις. Δηλαδή σε μια χημική μεταβολή δεν υπάρχει ισότητα ανάμεσα στο αριστερό και το δεξιό μέλος. Απλώς υπάρχει διατήρηση (ισότητα) του αριθμού των ατόμων και της μάζας ατόμων. Δεν διατηρούνται όμως τα μόρια, ενώ ο συνολικός αριθμός των μορίων στα δύο μέλη της εξίσωσης μπορεί να είναι ίδιος μπορεί να είναι και διαφορετικός.

Να έχεις υπόψη σου

Οι χημικές εξισώσεις περιγράφουν ακριβέστερα τις χημικές αντιδράσεις, όταν δηλώνεται και η φυσική κατάσταση των ουσιών που συμμετέχουν στην αντίδραση. Τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται είναι:

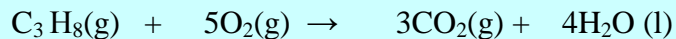
(s): solid = στερεό

(l): liquid = υγρό

(g): gas = αέριο

(aq): aqueous = υδατικό διάλυμα

Τα σύμβολα αυτά αναγράφονται στο δεξιό μέρος κάθε αντιδρώντος ή προϊόντος. Έτσι, οι χημικές εξισώσεις για την αντίδραση σύνθεσης του νερού και την αντίδραση καύσης του προπανίου γράφονται:



ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΣΕ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Ποια είναι τα τρία επίπεδα στα οποία μπορεί να περιγραφεί μια χημική μεταβολή;
2. Ποιοι είναι οι τρεις βασικοί νόμοι που ισχύουν σε μια χημική αντίδραση και τι συνέπειες έχουν αυτοί για την αντίδραση;
3. Τι είναι μια χημική αντίδραση;
4. Ποια η χημική εξίσωση που περιγράφει την αντίδραση καύσης του προπανίου; (χωρίς συντελεστές).
5. Πώς ισοσταθμίζουμε τη χημική εξίσωση της καύσης του προπανίου;
6. Τι παριστάνει η χημική εξίσωση σε υπομικροσκοπικό επίπεδο;
7. Τι παριστάνει η χημική εξίσωση σε μακροσκοπικό επίπεδο;
8. Τι δείχνουν οι συντελεστές σε μια χημική εξίσωση;
9. Ποια η διαφορά ανάμεσα στις χημικές και στις μαθηματικές εξισώσεις;
10. Πώς συμβολίζουμε τη φυσική κατάσταση των ουσιών σε μια χημική εξίσωση;
11. Πώς “μεταφράζεται” σε μολ αντιδρώντων και προϊόντων μια χημική εξίσωση; (Να χρησιμοποιήσεις το παράδειγμα της καύσης του προπανίου.)
12. Πώς “μεταφράζεται” σε μάζες αντιδρώντων και προϊόντων μια χημική εξίσωση; (Να χρησιμοποιήσεις το παράδειγμα της καύσης του προπανίου.)

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

1. Σημείωσε στην κατάλληλη στήλη τις ουσίες που παίρνουν μέρος στις παρακάτω αντιδράσεις:

α) νάτριο + χλώριο → χλωριούχο νάτριο

β) νερό + διοξείδιο του άνθρακα $\xrightarrow[\text{χλωροφύλλη}]{\text{φως}}$ γλυκόζη + οξυγόνο

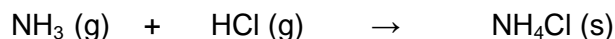
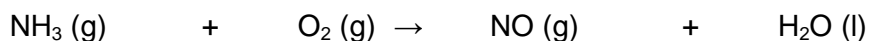
γ) νάτριο + νερό → υδροξείδιο του νατρίου + υδρογόνο

	αντιδρώντα	προϊόντα
α		
β		
γ		

2. Δίνεται η χημική εξίσωση $A + B \rightarrow \Gamma + \Delta$.

Αναμιγνύονται 5 g της ουσίας Α με 10 g της ουσίας Β. Μετά το τέλος της αντίδρασης, διαπιστώνεται ότι όλη η ποσότητα της ουσίας Α έχει αντιδράσει και έχουν σχηματιστεί 4 g της ουσίας Γ και 8 g της ουσίας Δ. Πόσα g της ουσία Β αντέδρασαν;

3. Να ισοσταθμιστούν οι παρακάτω χημικές εξισώσεις:



4. Το άζωτο με το οξυγόνο σχηματίζουν έναν αριθμό οξειδίων του αζώτου. Σε τρία από αυτά η αναλογία μαζών αζώτου προς οξυγόνο είναι 28/32, 28/48, 28/80. Δεδομένου ότι η ένωση με αναλογία 28/32 έχει το χημικό τύπο NO (οξείδιο του αζώτου), να προτείνεις χημικούς τύπους για τα άλλα δύο οξείδια του αζώτου, όπου το σύμβολο του αζώτου θα μπαίνει δύο φορές (N₂O_x)

5. Λαμβάνοντας υπόψη τις μάζες 1 mol προπανίου (44 g), 1 mol οξυγόνου (32 g), 1 mol διοξειδίου του άνθρακα (44 g) και 1 mol νερού (18 g), να δείξεις, με τη βοήθεια της χημικής εξίσωσης, ότι στη χημική αντίδραση καύσης του προπανίου ισχύει η αρχή διατήρησης της μάζας.

