

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΜΕ ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ (ΣΤΟΙΧΕΙΟΜΕΤΡΙΚΑ)

Κάθε χημική εξίσωση εκτός από την ποιοτική μεταβολή δηλαδή την μετατροπή των αντιδρώντων σε προϊόντα παριστάνει και ποσοτική μεταβολή δηλαδή τις αναλογίες μορίων, moles, μαζών και όγκων (όταν πρόκειται για αέρια) με τις οποίες τα διάφορα σώματα συμμετέχουν στην αντίδραση. Εκφράζει επίσης και τον νόμο διατήρησης της μάζας του Lavoisier ή καλύτερα την αρχή διατήρησης του πλήθους των ατόμων (δηλ. όσα άτομα βρίσκονται στο πρώτο μέλος της εξίσωσης, τόσα βρίσκονται και στο δεύτερο).

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ



Άτομα	2	6	8
Μόρια	1	3	2
Αναλογία moles	1	3	2
Γραμμάρια	28	6	34
Λίτρα (S.T.P.)	22,4	3·22,4	2·22,4
Αναλογία όγκων	1	3	2

Αν λοιπόν γνωρίζουμε κάποια φυσική ποσότητα (μάζα, όγκο, mol) κ.λ.π. ενός από τα σώματα που συμμετέχουν στην αντίδραση μπορούμε αναλογικά να υπολογίσουμε την ποσότητα (μάζα, όγκο, κ.λ.π.) ενός ή περισσότερων άλλων σωμάτων που συμμετέχουν επίσης στην αντίδραση.

Σημεία που πρέπει να προσέχουμε

1. Οι ποσότητες (mol, μάζες, όγκοι) που γράφουμε κάτω από τα αντιδρώντα ή τα προϊόντα των χημικών εξισώσεων ανταποκρίνονται πάντοτε σε χημικώς καθαρά σώματα. Στη Χημεία θεωρούμε ότι μάζα και βάρος είναι ταυτόσημες έννοιες και η μονάδα που συνήθως χρησιμοποιούμε είναι τα γραμμάρια (g).

2. Οι όγκοι των αερίων συνήθως δίνονται σε πρότυπες ή κανονικές συνθήκες (S.T.P. δηλαδή θερμοκρασία $\theta=0^\circ \text{C}$ ή $T=273^\circ \text{K}$ και πίεση $P=1 \text{ atm}$) οπότε γνωρίζουμε ότι 1 mol οποιουδήποτε αερίου έχει όγκο 22,4 L. Σε περίπτωση που οι όγκοι δίνονται σε διαφορετικές συνθήκες προτιμότερο είναι να τους μετατρέπουμε σε πρότυπες συνθήκες με την βοήθεια του συνδυαστικού νόμου των αερίων. Ο όγκος ενός mole οποιουδήποτε αερίου ονομάζεται γραμμομοριακός όγκος και υπολογίζεται μέσω της καταστατικής εξίσωσης από τον τύπο:

$$V_m = \frac{R \cdot T}{P}$$

Το T δίνει την θερμοκρασία σε βαθμούς Kelvin, το P την πίεση σε ατμόσφαιρες και το R είναι η παγκόσμια σταθερά των αερίων ίση με 0,082.

3. Η μάζα και ο όγκος ενός οποιουδήποτε σώματος (στερεού, υγρού ή αερίου) συνδέονται μεταξύ τους με το φυσικό μέγεθος που λέγεται πυκνότητα και συμβολίζεται είτε με το ελληνικό ρ ή με το d .

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

4. Οι συντελεστές των αερίων σωμάτων σε μια χημική εξίσωση παριστάνουν και την αναλογία όγκων με την οποία τα αέρια αυτά **ΑΝΤΙΑΠΡΟΥΝ**.

5. Σε πολλές ασκήσεις δίνεται ότι **το ένα από τα αντιδρώντα σώματα βρίσκεται σε περίσσεια** πράγμα που σημαίνει ότι μετά το τέλος της αντίδρασης μια ποσότητα του σώματος αυτού θα έχει περισσέψει.

Όταν μας δίνουν λοιπόν, τις μάζες ή τους όγκους δύο αντιδρώντων σωμάτων και ζητείται να βρεθεί κάποιο τρίτο σώμα, είναι ανάγκη να καθορίσουμε ποιο από τα δύο αρχικά σώματα βρίσκεται σε περίσσεια. Ο υπολογισμός τότε του τρίτου σώματος γίνεται χρησιμοποιώντας τη μάζα ή τον όγκο του σώματος εκείνου που αντιδρά πλήρως και **όχι** εκείνου που βρίσκεται σε περίσσεια.

6. Υπάρχει περίπτωση να μας δίνουν τη μάζα ή τον όγκο ενός σώματος που δεν παράγεται άμεσα (δηλαδή με μία μόνο αντίδραση) αλλά έμμεσα, δηλαδή με κάποια **σειρά αντιδράσεων**. Στην περίπτωση αυτή μπορούμε να αποφύγουμε τους υπολογισμούς των ενδιάμεσων προϊόντων και να συνδέσουμε μόνο το δοθέν με το ζητούμενο σώμα. Είναι ανάγκη στην περίπτωση αυτή όμως να καθορίσουμε τους συντελεστές και επομένως την αναλογία μεταξύ δεδομένου αντιδρώντος και τελικού προϊόντος.

7. Σε περίπτωση που μας δίνουν τη μάζα ή τον όγκο ενός αντιδρώντος και ενός προϊόντος και μας ζητάνε να υπολογίσουμε την ποσότητα ενός άλλου σώματος, τότε αγνοούμε την ποσότητα του αντιδρώντος και δουλεύουμε με την ποσότητα του προϊόντος.

8. Ο καλύτερος τρόπος για να αντιμετωπίσει κανείς ένα στοιχειομετρικό πρόβλημα είναι η χρησιμοποίηση της **ΑΝΑΛΟΓΙΑΣ** των mol που φαίνεται αμέσως από τους συντελεστές της αντίδρασης. Τον αριθμό των mol μπορούμε κάλλιστα να τον μετατρέψουμε σε μάζα ή σε όγκο όπου V_m ο γραμμομοριακός όγκος (σε κανονικές ή πρότυπες συνθήκες είναι ίσος με 22,4 L).

$$n = \frac{m}{M_r} \Leftrightarrow m = n \cdot M_r$$

$$n = \frac{V}{V_m} \Leftrightarrow V = n \cdot V_m$$

Προσοχή ! ! Η δεύτερη σχέση ισχύει μόνο για αέρια σώματα και όταν οι συνθήκες δεν είναι πρότυπες θα χρησιμοποιούμε απευθείας την καταστατική εξίσωση των αερίων.

$$n = \frac{P \cdot V}{R \cdot T}$$

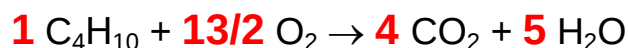
9. Αν κάποιο από τα αντιδρώντα ή τα προϊόντα βρίσκεται διαλυμένο σε νερό και μας δίνουν την συγκέντρωση του διαλύματος τότε μπορούμε να υπολογίσουμε το πλήθος των mol χρησιμοποιώντας την διπλανή σχέση, όπου με C συμβολίζεται η συγκέντρωση της διαλυμένης ουσίας μέσα στο διάλυμα σε mol/L και με V ο όγκος του διαλύματος σε L.

$$C = \frac{n}{V} \Leftrightarrow n = C \cdot V$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1 (ΚΑΥΣΗ)

Πόσος όγκος διοξειδίου του άνθρακα CO₂ παράγεται κατά την πλήρη καύση 5,8 g βουτανίου, και πόσος όγκος οξυγόνου απαιτείται για την καύση αυτή. Οι όγκοι των αερίων έχουν μετρηθεί σε S.T.P.

1ον : Γράφουμε την αντίδραση και την συμπληρώνουμε με τους κατάλληλους συντελεστές :



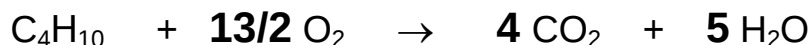
Παρατηρούμε από τους συντελεστές ότι η αναλογία moles είναι :

$$1 : 13/2 : 4 : 5$$

Επομένως αν υποθέσουμε ότι είχαμε αρχικά x moles βουτανίου (C₄H₁₀) σύμφωνα με την παραπάνω αναλογία θα ισχύει:

$$x : 13/2 x : 4 x : 5 x$$

Για πρακτικούς λόγους μπορούμε να δημιουργήσουμε τον παρακάτω πίνακα:



Αν είχαμε	1 mol	13/2 mol	4 mol	5 mol
Τώρα έχουμε	x	13/2 x	4 x	5 x

Απομένει να υπολογίσουμε την παράμετρο x. Το μόνο δεδομένο που έχουμε από την εκφώνηση είναι η μάζα του βουτανίου. Έτσι θα χρησιμοποιήσουμε τον τύπο που μας δίνει τον αριθμό των mol όταν γνωρίζουμε την μάζα. Θα χρειαστούμε την σχετική μοριακή μάζα του βουτανίου η οποία υπολογίζεται από το άθροισμα των σχετικών ατομικών μαζών των στοιχείων που αποτελούν το βουτάνιο : $M_r = 4 \cdot 12 + 10 \cdot 1 = 58$

$$\text{Για την μάζα του βουτανίου ισχύει: } n = \frac{m}{M_r} \Leftrightarrow n = \frac{5,8}{58} \Leftrightarrow x = 0,1 \text{ mol}$$

2ον : Ερχόμαστε στα ζητούμενα.

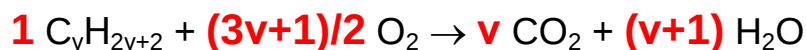
Η άσκηση ζητάει να υπολογιστεί ο όγκος του CO₂ : $V = n \cdot V_m \Rightarrow$ (επειδή οι συνθήκες είναι S.T.P. ο γραμμομοριακός όγκος θα είναι 22,4 L) $\Rightarrow V = 4 \cdot x \cdot 22,4 \Rightarrow V = 4 \cdot 0,1 \cdot 22,4 \Rightarrow V = 8,96 \text{ lit.}$

Το δεύτερο ζητούμενο είναι ο όγκος του O₂ που χρησιμοποιήθηκε στην καύση. Με τον ίδιο τρόπο θα έχουμε : $V = n \cdot V_m \Rightarrow$ (επειδή οι συνθήκες είναι S.T.P. ο γραμμομοριακός όγκος θα είναι 22,4 L) $\Rightarrow V = 13/2 \cdot x \cdot 22,4 \Rightarrow V = 13/2 \cdot 0,1 \cdot 22,4 \Rightarrow V = 14,56 \text{ lit.}$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2 (ΚΑΥΣΗ – ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ Μ.Τ.)

Μια ποσότητα αλκανίου C_vH_{2v+2} καίγεται πλήρως οπότε παράγονται 4,48 L αέριου διοξειδίου του άνθρακα CO_2 (σε S.T.P.) και 5,4 g νερό. Να προσδιοριστεί ο μοριακός τύπος του αλκανίου.

1ον : Γράφουμε την αντίδραση και την συμπληρώνουμε με τους κατάλληλους συντελεστές :



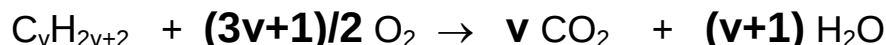
Παρατηρούμε από τους συντελεστές ότι η αναλογία moles είναι :

$$1 : (3v+1)/2 : v : (v+1)$$

Επομένως αν υποθέσουμε ότι είχαμε αρχικά x moles αλκανίου (C_vH_{2v+2}) σύμφωνα με την παραπάνω αναλογία θα ισχύει:

$$x : (3v+1)/2 x : v x : (v+1) x$$

Για πρακτικούς λόγους μπορούμε να δημιουργήσουμε τον παρακάτω πίνακα:



Αν είχαμε	1 mol	$(3v+1)/2$ mol	v mol	$(v+1)$ mol
Τώρα έχουμε	x	$(3v+1)/2 x$	v x	$(v+1) x$

Παρατηρούμε ότι εμφανίζονται δύο άγνωστοι χ και v . Θα πρέπει λοιπόν να δημιουργήσουμε ένα σύστημα δύο εξισώσεων με τους δύο αγνώστους για να μπορέσουμε να τους προσδιορίσουμε. Το πρώτο δεδομένο μας είναι ο όγκος του διοξειδίου του άνθρακα από όπου θα προκύψει η πρώτη εξίσωση και το δεύτερο είναι η μάζα του νερού με την οποία θα δημιουργήσουμε την δεύτερη εξίσωση.

Για το διοξείδιο του άνθρακα ισχύει :

$$n = \frac{V}{V_m} \Leftrightarrow v \cdot x = \frac{4,48}{22,4} \Leftrightarrow v \cdot x = 0,2$$

Για το νερό ισχύει :

$$n = \frac{m}{M_r} \Leftrightarrow (v+1) \cdot x = \frac{5,4}{18} \Leftrightarrow (v+1) \cdot x = 0,3$$

Κάνοντας πράξεις στην δεύτερη εξίσωση και αντικαθιστώντας την πρώτη σ' αυτήν έχουμε :

$$(v+1) \cdot x = 0,3 \Leftrightarrow v \cdot x + x = 0,3 \Leftrightarrow 0,2 + x = 0,3 \Leftrightarrow x = 0,3 - 0,2 \Leftrightarrow x = 0,1$$

Αντικαθιστώντας την τιμή του χ στην πρώτη εξίσωση βρίσκουμε ότι το **v είναι 2** και ο μοριακός τύπος του αλκανίου θα είναι: **C_2H_6**