

## ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΤΕΛΕΙΑΣ ΚΑΥΣΗΣ

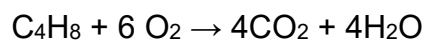
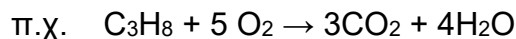
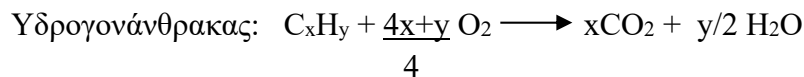
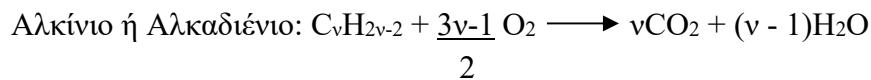
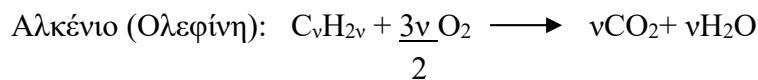
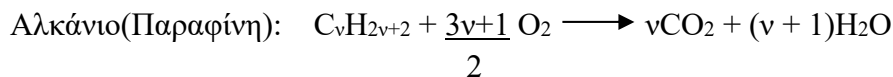
Η τέλεια καύση μιας οργανικής ουσίας γίνεται ή με καθαρό  $O_2$  ή με το  $O_2$  που περιέχεται στον αέρα. Η αντίδραση τέλειας καύσης έχει τη γενική μορφή:

Οργανική ουσία +  $O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$ . Ειδικότερα:

### Πώς βρίσκουμε τους συντελεστές στην εξίσωση καύσης

- 1) Ο αριθμός ατόμων C στην ένωση μπαίνει συντελεστής στο  $CO_2$
- 2) Ο **μισός** αριθμός ατόμων H στην ένωση μπαίνει συντελεστής στο  $H_2O$
- 3) Αθροίζουμε τα άτομα O του β' μέλους και το αποτέλεσμα διαιρούμενο δια 2 μπαίνει συντελεστής στο  $O_2$ .

Οι πιο συνηθισμένες γενικές μορφές καύσεων υδρογονανθράκων είναι οι εξής:



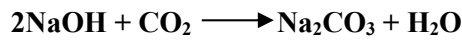
### Χρήσιμες πληροφορίες

Στη συνηθισμένη περίπτωση καύσης υδρογονανθράκων, ή οξυγονούχων οργανικών ενώσεων, τα αέρια προϊόντα της καύσης είναι:  $CO_2$ ,  $H_2O$  και ίσως  $O_2$  αν χρησιμοποιήθηκε περίσσεια  $O_2$

**Προσοχή:** Αν η καύση γίνεται με αέρα, τότε στα προϊόντα συμπεριλαμβάνεται και  $N_2$ , 4πλάσιου όγκου από το  $O_2$  που αντέδρασε κατά την καύση.

- 1) - Αν μετά την καύση ακολουθεί ψύξη, αυτό σημαίνει ότι υγροποιούνται οι υδρατμοί ( $H_2O$ ), άρα ο όγκος των αερίων προϊόντων μειώνεται τόσο, όσος είναι ο όγκος του  $H_2O$ .

2) - Αν στη συνέχεια τα προϊόντα διαβιβάζονται μέσα από διάλυμα βάσης (π.χ. NaOH, KOH, Ca(OH)<sub>2</sub>) τότε απομακρύνεται το CO<sub>2</sub> που κατακρατείται από τη βάση, αφού αντιδρά με αυτή:

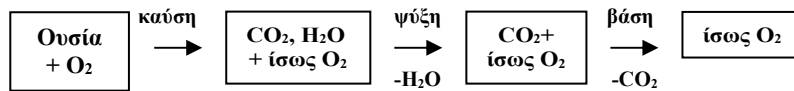


Έτσι, η αύξηση του βάρους του διαλύματος της βάσης, ή η μείωση του όγκου των προϊόντων καύσης παριστά την ποσότητα του παραγόμενου CO<sub>2</sub>.

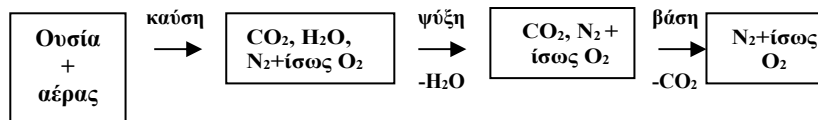
3) - Αν μετά από αυτές τις διαδικασίες δεν περισσεύει τίποτα από τα προϊόντα καύσης, αυτό σημαίνει ότι χρησιμοποιήθηκε η αναγκαία για την καύση ποσότητα O<sub>2</sub>

Αναλυτικά έχουμε:

**α) Καύση με O<sub>2</sub>**



**α) Καύση με αέρα**



**Προσοχή:**

1) Ο αέρας περιέχει 20% κ.ο. O<sub>2</sub> και 80% v/v N<sub>2</sub> Δηλαδή στα 100 ml αέρα έχουμε 20 mL O<sub>2</sub> και 80 mL N<sub>2</sub> ή στα 100 L αέρα έχουμε 20 L O<sub>2</sub> και 80 L N<sub>2</sub>

2) Όταν οι όγκοι μετριοούνται στις ίδιες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας, τότε η αναλογία των mol είναι και αναλογία όγκων.

Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι οι συντελεστές της αντίδρασης εκτός από τα mol παριστούν και mL (ή L)

3) Μετατροπή mol ↔ g

$$m = n \cdot M_r$$

Μετατροπή mol ↔ L (σε STP)

$$V = n \cdot 22,4$$

### ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΤΕΛΕΙΑΣ ΚΑΥΣΗΣ

1. Ποσότητα προπάνιου ( $C_3H_8$ ) 4,4g καίγεται πλήρως με  $O_2$ . Να υπολογιστούν:  
 α) η μάζα του  $CO_2$  και των υδρατμών που παράγονται,  
 β) ο όγκος του  $O_2$  που απαιτείται, μετρημένος σε συνθήκες STP. (Δίνονται A, C:12, H:1, O:16)

(13,2g  $CO_2$ , 7,2g  $H_2O$ , 11,2L  $O_2$ )

Τα 4,4 g προπάνιου τα κάνουμε mol:  $n_{(C_3H_8)} = m_{(C_3H_8)} / M_{r(C_3H_8)} = 4,4/44 = 0,1 \text{ mol}$ .

Γίνεται η χημική αντίδραση:

$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$			
1 mol	5 mol	3 mol	4 mol
0,1mol	x	y	z

$$x=0,5 \text{ mol} \quad y=0,3 \text{ mol} \quad z=0,4 \text{ mol}$$

α) Τα 0,3 mol  $CO_2$  αντιστοιχούν σε μάζα  $m_{(CO_2)} = n_{(CO_2)} \cdot M_{r(CO_2)} = 0,3 \cdot 44 = 13,2g \text{ } CO_2$

Τα 0,4 mol  $H_2O$  αντιστοιχούν σε μάζα  $m_{(H_2O)} = n_{(H_2O)} \cdot M_{r(H_2O)} = 0,4 \cdot 18 = 7,2g$

β) Τα 0,5 mol καταλαμβάνουν όγκο σε STP:  $V_{O_2} = n_{O_2} \cdot 22,4 = 0,5 \cdot 22,4 = 11,2 \text{ L}$

2. 10 L προπανίου ( $C_3H_8$ ) καίγονται πλήρως με την απαιτούμενη ποσότητα αέρα (20% v/v  $O_2$  - 80% v/v  $N_2$ ). Να υπολογίσετε α) τον όγκο του αέρα που απαιτήθηκε για την καύση, β) την κατ'όγκο σύσταση των καυσαερίων. Όλοι οι όγκοι μετρήθηκαν στις ίδιες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας.

(250L, 30L, 40L, 200L)

Γίνεται η χημική αντίδραση:

$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$			
1 mol	5 mol	3 mol	4 mol
1 L	5 L	3 L	4 L
10L	x	y	z

Επειδή όλα τα σώματα είναι σε αέρια κατάσταση, στις ίδιες συνθήκες P, T, η αναλογία mol είναι και αναλογία όγκων (Υπόθεση Avogadro)

Με απλή μέθοδο των τριών βρίσκουμε:

$$x=50L \quad y=30L \quad z=40L$$

α) Ο όγκος του  $O_2$  που απαιτήθηκε για την καύση είναι 50 L. Άρα:

Σε 100 L αέρα υπάρχουν 20 L  $O_2$

Σε ω L “ “ 50 L  $O_2$

$\omega=250 \text{ L}$ . Άρα για την καύση απαιτήθηκαν 250 L αέρα.

β) Τα καυσαέρια περιέχουν  $CO_2$   $H_2O$  και  $N_2$  που δεν κήκε. Οπότε

$$V_{N_2} = V_{\alpha\epsilon\rho\alpha} - V_{O_2} = 250 \text{ L} - 50 \text{ L} = 200 \text{ L} \quad V_{CO_2} = y = 30 \text{ L} \quad V_{H_2O} = z = 40 \text{ L}$$

3. 20mL προπενίου καίγονται πλήρως με αέρα (20% v/v  $O_2$  - 80% v/v  $N_2$ ). Να υπολογιστούν:

α. ο όγκος του  $CO_2$  που παράγεται,

β. ο όγκος του αέρα που απαιτείται για την πλήρη καύση,

γ. η ελάττωση όγκου των καυσαερίων κατά την ψύξη τους στη συνηθισμένη θερμοκρασία.

Όλοι οι όγκοι μετρήθηκαν στις ίδιες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας.

(60mL CO<sub>2</sub>, 450 mL αέρα, 60 mL)

Γίνεται η χημική αντίδραση:

$C_3H_6 + 9/2 O_2 \rightarrow 3CO_2 + 3H_2O$			
1 mL	9/2 mL	3 mL	3 mL
20 mL	x	y	z

Επειδή όλα τα σώματα είναι σε αέρια κατάσταση, στις ίδιες συνθήκες P, T, η αναλογία mol είναι και αναλογία όγκων

Με απλή μέθοδο των τριών

βρίσκουμε:  $x=90\text{mL}$   $y=60\text{mL}$   $z=60\text{mL}$

α)  $V_{CO_2} = y = 60 \text{ mL}$

β) Ο όγκος του O<sub>2</sub> που απαιτήθηκε για την καύση είναι  $x=90 \text{ mL}$ . Άρα:

Σε 100 mL αέρα υπάρχουν 20 mL O<sub>2</sub>

Σε  $\omega \text{ mL}$  “ “ 90 mL O<sub>2</sub>

$\omega=450 \text{ mL}$ . Άρα για την καύση απαιτήθηκαν 450 mL αέρα.

γ) Η ελάττωση του όγκου των καυσαερίων κατά την ψύξη οφείλεται στην υγροποίηση του H<sub>2</sub>O και την απομάκρυνσή του από τα καυσαέρια. Άρα θα ισούται με  $V_{H_2O} = z = 60\text{mL}$

**4. 2,24 L CH<sub>4</sub>, μετρημένα σε συνθήκες STP, καίγονται πλήρως. Τα καυσαέρια διαβιβάζονται αρχικά σε αφυδατική ουσία και στη συνέχεια σε περίσσεια διαλύματος ΚΟΗ. Να υπολογίσετε:**

α) Τον όγκο του O<sub>2</sub> που απαιτείται για την πλήρη καύση, μετρημένο σε συνθήκες STP

β) τη μεταβολή μάζας που παρατηρείται: i) στην αφυδατική ουσία ii) στο διάλυμα ΚΟΗ (Δίνονται A<sub>r</sub> C:12, H:1, O:16)

Τα 2,24 L CH<sub>4</sub> μετρημένα σε STP αντιστοιχούν σε  $n_{CH_4} = V_{CH_4} / 22,4 = 2,24 / 22,4 = 0,1 \text{ mol}$

Γίνεται η χημική αντίδραση:

$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$			
1 mol	2 mol	1 mol	2 mol
0,1mol	x	y	z

$x=0,2 \text{ mol}$   $y=0,1 \text{ mol}$   $z=0,2 \text{ mol}$

α) Ο όγκος του O<sub>2</sub> σε STP δίνεται από τη σχέση:  $V_{O_2} = n_{O_2} \cdot 22,4 = 0,2 \cdot 22,4 = 4,48 \text{ L}$

β) Όταν τα καυσαέρια διαβιβάζονται σε αφυδατική ουσία, η αφυδατική ουσία κατακρατά το νερό και αυξάνει το βάρος της. Άρα η μεταβολή της μάζας της αφυδατικής ουσίας, ισούται με τη μάζα των υδρατμών των καυσαερίων. Οπότε:

$m_{(H_2O)} = n_{(H_2O)} \cdot M_{r(H_2O)} = 0,2 \cdot 18 = 3,6\text{g}$

Όταν τα καυσαέρια διαβιβάζονται σε διάλυμα βάσης, όπως το ΚΟΗ, γίνεται κατακράτηση του CO<sub>2</sub> που αντιδρά με τις βάσεις ως όξινο οξείδιο. Άρα η μεταβολή της μάζας του ΚΟΗ ισούται με τη μάζα του CO<sub>2</sub> των καυσαερίων. Οπότε:

$m_{(CO_2)} = n_{(CO_2)} \cdot M_{r(CO_2)} = 0,1 \cdot 44 = 4,4\text{g CO}_2$

(4,48L O<sub>2</sub>, 3,6g H<sub>2</sub>O, 4,4g CO<sub>2</sub>)

