ΚΑΥΣΗ ΑΛΚΑΝΙΩΝ - ΛΥΜΕΝΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

ΑΣΚΗΣΗ 1:

Το «γκαζάκι», που χρησιμοποιούμε στην καθημερινή ζωή μας, πολλές φορές περιέχει καθαρό βουτάνιο. Πόσα λίτρα CO_2 σε STP και πόσα g H_2O θα σχηματιστούν, όταν καεί πλήρως το περιεχόμενο μιας τέτοιας φιάλης που ζυγίζει 116 g;

ΛΥΣΗ:

Για το βουτάνιο υπολογίζεται το M_r λαμβάνοντας υπόψη ότι ο μοριακός του τύπος είναι C_4H_{10}.

$$Mr_{C_4H_{10}} = 4\cdot Ar_C + 10\cdot Ar_H = 4\cdot 12 + 10\cdot 1 = 58 \text{ g/mol}$$

Ο αριθμός των mol του βουτανίου προκύπτει από τον τύπο $n = m/Mr_{CO_2}$. Συνεπώς:

$$n_{C_4H_{10}} = 116/58 \text{ mol} = 2 \text{ mol}$$

Η αντίδραση καύσης του βουτανίου γράφεται:

$$C_4H_{10} + \frac{13}{2}O_2 \rightarrow 4CO_2 + 5H_2O$$

	C_4H_{10}	O_2	CO_2	H_2O
Στοιχειομετρικά	1	6,5	4	5
Αρχικά mol	2	13	-	-
Παραγόμενα mol	-	-	8	10

Δεδομένου ότι παράγονται 8 mol CO_2 τα οποία βρίσκονται σε συνθήκες STP, γνωρίζοντας ότι 1 mol καταλαμβάνει όγκο 22,4 L, ο όγκος του CO_2 θα είναι: $V_{CO_2} = 8\cdot 22,4 \text{ L} = 179,2 \text{ L}$.

Η μοριακή μάζα του H_2O είναι:

$$Mr_{H_2O} = Ar_O + 2Ar_H = 16 + 2\cdot 1 = 18 \text{ g/mol}$$

Δεδομένου ότι παράγονται 10 mol H_2O και με βάση το Mr_{H_2O} που υπολογίστηκε παραπάνω, προκύπτει ότι:

$$m_{H_2O} = n_{H_2O}\cdot Mr_{H_2O} = 10\cdot 18 = 180 \text{ g}$$

ΑΣΚΗΣΗ 2:

7,6 g μίγματος CH_4 και C_2H_6 καίγονται πλήρως με την απαιτούμενη ποσότητα O_2, οπότε παράγονται 22 g CO_2. Να βρεθούν:

Α) η σύσταση (σε g) του αρχικού μίγματος,

Β) ο όγκος του O_2, μετρημένος σε STP συνθήκες, που απαιτείται για την καύση του μίγματος.

ΛΥΣΗ:

Η αντίδραση καύσης του CH_4 είναι:

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$

	CH_4	O_2	CO_2	H_2O
Στοιχειομετρικά	1	2	1	2
Αρχικά mol	x	2x	-	-
Παραγόμενα mol	-	-	x	2x

Η αντίδραση καύσης του C_2H_6 είναι:

$$C_2H_6 \ + \ \frac{7}{2}O_2 \ \rightarrow \ 2CO_2 \ + \ 3H_2O$$

	C_2H_6	O_2	CO_2	H_2O
Στοιχειομετρικά	1	3,5	2	3
Αρχικά mol	y	3,5y	-	-
Παραγόμενα mol	-	-	2y	3y

Εάν θέσουμε ως x τα mol του CH_4 και ως y τα mol του C_2H_6 τότε:

$$m_{μίγματος} = n_{CH_4} \cdot Mr_{CH_4} + n_{C_2H_6} \cdot Mr_{C_2H_6}$$

Υπολογίζουμε τις μοριακές μάζες:

$$Mr_{CH_4} = Ar_C + 4 \cdot Ar_H = 12 + 4 \cdot 1 = 16$$

$$Mr_{C_2H_6} = 2 \cdot Ar_C + 6 \cdot Ar_H = 2 \cdot 12 + 6 \cdot 1 = 30$$

Επομένως:

$$m_{μίγματος} = 16x + 30y \Rightarrow 16x + 30y = 7,6 \ (1)$$

Από τη στοιχειομετρία των αντιδράσεων βλέπουμε ότι παράγονται συνολικά: x + 2y mol CO_2. Άρα, εφόσον $m_{CO_2} = n_{CO_2} \cdot Mr_{CO_2}$ και $Mr_{CO_2} = Ar_C + 2 \cdot Ar_O = 12 + 2 \cdot 16 = 44$ g/mol, θα είναι:

$n_{CO_2} = m_{CO_2} / Mr_{CO_2} = 22/44 = 0,5 \text{ mol} \Rightarrow x + 2y = 0,5 \ (2)$

Επιλύοντας το σύστημα των εξισώσεων (1) και (2) προκύπτει:

$16(0,5 – 2y) + 30y = 7,6 \Rightarrow 8 – 32y + 30y = 7,6 \Rightarrow 2y = 0,4 \Rightarrow y = 0,2$ mol.

Άρα από την (2): x = 0,1 mol

Επομένως, το μίγμα θα περιέχει: $m_{CH_4} = n_{CH_4} \cdot Mr_{CH_4} = 0,1 \cdot 16 = 1,6$ g CH_4 και 7,6 – 1,6 = 6 g C_2H_6.

Β) Για την καύση απαιτούνται: $2x + 3,5y$ mol $= 2 \cdot 0,1 + 3,5 \cdot 0,2 = 0,2 + 0,7 = 0,9$ mol O_2.

Δεδομένου ότι 1 mol O_2 καταλαμβάνει όγκο 22,4 L, ο απαιτούμενος όγκος θα είναι:

$$V_{O_2} = 0,9 \cdot 22,4 = 20,16 \text{ L}.$$

ΑΣΚΗΣΗ 3:

Ένα ισομοριακό μίγμα CH_4 και C_2H_6 καταλαμβάνει όγκο 8,96 L, μετρημένο σε συνθήκες STP.
Α) Να βρεθεί η σύσταση (σε g) του αρχικού μίγματος.
Β) Το μίγμα καίγεται πλήρως με O_2. Να υπολογίσετε:
i) τη μάζα του CO_2 που παράγεται,
ii) τον όγκο του O_2, μετρημένο σε συνθήκες STP, που απαιτείται για την καύση του μίγματος.

ΛΥΣΗ:

Α) Εφόσον το μίγμα είναι ισομοριακό θα είναι $n_{CH_4} = n_{C_2H_6}$.

Ισχύει επίσης ότι $n_{CH_4} + n_{C_2H_6} = 8,96/22,4 = 0,4$ mol.

Άρα: $n_{CH_4} = n_{C_2H_6} = 0,2$ mol

Επίσης, ισχύει ότι:

$$m_{CH_4} = n_{CH_4} \cdot Mr_{CH_4}$$

$$m_{C_2H_6} = n_{C_2H_6} \cdot Mr_{C_2H_6}$$

Όπου:

$$Mr_{CH_4} = Ar_C + 4 \cdot Ar_H = 12 + 4 \cdot 1 = 16$$

$$Mr_{C_2H_6} = 2 \cdot Ar_C + 6 \cdot Ar_H = 2 \cdot 12 + 6 \cdot 1 = 30$$

Άρα:

$$m_{CH_4} = 0{,}2 \cdot 16 = 3{,}2 \text{ g}$$

$$m_{C_2H_6} = 0{,}2 \cdot 30 = 6 \text{ g}$$

Β) Η αντίδραση καύσης του CH_4 είναι:

$$CH_4 \; + \; 2O_2 \; \rightarrow \; CO_2 \; + \; 2H_2O$$

	CH_4	$2O_2$	CO_2	$2H_2O$
Στοιχειομετρικά	1	2	1	2
Αρχικά mol	0,2	0,4	-	-
Παραγόμενα mol	-	-	0,2	0,4

Η αντίδραση καύσης του C_2H_6 είναι:

$$C_2H_6 \; + \; \frac{7}{2}O_2 \; \rightarrow \; 2CO_2 \; + \; 3H_2O$$

	C_2H_6	$\frac{7}{2}O_2$	$2CO_2$	$3H_2O$
Στοιχειομετρικά	1	3,5	2	3
Αρχικά mol	0,2	0,7	-	-
Παραγόμενα mol	-	-	0,4	0,6

Από τη στοιχειομετρία των αντιδράσεων παράγονται 0,2 + 0,4 = 0,6 mol CO_2 και απαιτούνται 0,4 + 0,7 = 1,1 mol O_2.

i) $m_{CO_2} = n_{CO_2} \cdot Mr_{CO_2}$ όπου $Mr_{CO_2} = Ar_C + 2 \cdot Ar_O = 12 + 2 \cdot 16 = 44$ g/mol.
Άρα: $m_{CO_2} = 0{,}6 \cdot 44$ g $= 26{,}4$ g.

ii) Δεδομένου ότι 1 mol O_2 καταλαμβάνει όγκο 22,4 L, ο απαιτούμενος όγκος θα είναι:
$V_{O_2} = 1{,}1 \cdot 22{,}4 = 24{,}64$ L.

ΑΣΚΗΣΗ 4:

Ένα δείγμα υγραερίου περιέχει προπάνιο και βουτάνιο με αναλογία mol 1:2 αντίστοιχα. Ποσότητα 16 g από το δείγμα αυτό καίγεται πλήρως. Να βρεθούν:

Α) η σύσταση (σε g) του δείγματος υγραερίου,

Β) ο όγκος του CO_2, μετρημένος σε συνθήκες STP και η μάζα του H_2O που προκύπτουν από την καύση.

ΛΥΣΗ:

Εάν τα mol του προπανίου είναι x τότε τα mol του βουτανίου θα είναι 2x.

Α) Ισχύει ότι:

$$m_{C_3H_8} = n_{C_3H_8} \cdot Mr_{C_3H_8}$$

$$m_{C_4H_{10}} = n_{C_4H_{10}} \cdot Mr_{C_4H_{10}}$$

Όπου:

$$Mr_{C_3H_8} = 3 \cdot Ar_C + 8 \cdot Ar_H = 3 \cdot 12 + 8 \cdot 1 = 44$$

$$Mr_{C_4H_{10}} = 4 \cdot Ar_C + 10 \cdot Ar_H = 4 \cdot 12 + 10 \cdot 1 = 58$$

Άρα:

$$m_{μίγματος} = m_{C_3H_8} + m_{C_4H_{10}} = 44x + 58 \cdot 2x = 160x \Rightarrow 160x = 16 \Rightarrow x = 0{,}1 \text{ mol}$$

Επομένως:

$$m_{C_3H_8} = 0{,}1 \cdot 44 = 4{,}4 \text{ g}$$

$$m_{C_4H_{10}} = 0{,}2 \cdot 58 = 11{,}6 \text{ g}$$

B) Η αντίδραση καύσης του C_3H_8 είναι:

	C_3H_8	+ $5O_2$	$\rightarrow$ $3CO_2$	+ $4H_2O$
Στοιχειομετρικά	1	5	3	4
Αρχικά mol	0,1	0,5	-	-
Παραγόμενα mol	-	-	0,3	0,4

Η αντίδραση καύσης του C_4H_{10} είναι:

	C_4H_{10}	+ $\frac{13}{2}O_2$	$\rightarrow$ $4CO_2$	+ $5H_2O$
Στοιχειομετρικά	1	6,5	4	5
Αρχικά mol	0,2	1,3	-	-
Παραγόμενα mol	-	-	0,8	1

Από τη στοιχειομετρία των αντιδράσεων καύσης προκύπτει ότι παράγονται 0,3 + 0,8 = 1,1 mol CO_2.
Δεδομένου ότι 1 mol O_2 καταλαμβάνει όγκο 22,4 L, ο απαιτούμενος όγκος θα είναι:

$$V_{CO_2} = 1{,}1 \cdot 22{,}4 = 24{,}64 \text{ L.}$$

Επίσης, παράγονται: 0,4 + 1 = 1,4 mol H_2O.
Ισχύει ότι $m_{H_2O} = n_{H_2O} \cdot Mr_{H_2O}$, όπου $Mr_{H_2O} = Ar_O + 2Ar_H = 16 + 2 \cdot 1 = 18$ g/mol.
Άρα:

$$m_{H_2O} = 1{,}4 \cdot 18 \text{ g} = 25{,}2 \text{ g.}$$

ΑΣΚΗΣΗ 5:
12 g μίγματος CH_4 και C_3H_8 καίγονται πλήρως με την απαιτούμενη ποσότητα αέρα (20% v/v O_2). Τα καυσαέρια περιέχουν 21,6 g υδρατμών. Να βρεθούν:
A) η σύσταση (σε mol) του αρχικού μίγματος,
B) ο όγκος του αέρα που απαιτείται για την καύση του μείγματος, μετρημένο σε συνθήκες STP.

ΛΥΣΗ:
A) Η αντίδραση καύσης του CH_4 είναι:

	CH_4	+ $2O_2$	$\rightarrow$ CO_2	+ $2H_2O$
Στοιχειομετρικά	1	2	1	2
Αρχικά mol	x	2x	-	-
Παραγόμενα mol	-	-	x	2x

Η αντίδραση καύσης του C_3H_8 είναι:

	C_3H_8	+ $5O_2$	$\rightarrow$ $3CO_2$	+ $4H_2O$
Στοιχειομετρικά	1	5	3	4
Αρχικά mol	y	5y	-	-
Παραγόμενα mol	-	-	3y	4y

Εάν θέσουμε ως x τα mol του CH_4 και ως y τα mol του C_3H_8 τότε:

$$m_{\mu\acute{\iota}\gamma\mu\alpha\tau o\varsigma} = n_{CH_4} \cdot Mr_{CH_4} + n_{C_3H_8} \cdot Mr_{C_3H_8}$$

Υπολογίζουμε τις μοριακές μάζες:

$$Mr_{CH_4} = Ar_C + 4 \cdot Ar_H = 12 + 4 \cdot 1 = 16$$

$$Mr_{C_3H_8} = 3 \cdot Ar_C + 8 \cdot Ar_H = 3 \cdot 12 + 8 \cdot 1 = 44$$

Άρα:

$$m_{μίγματος} = 16x + 44y = 12 \text{ g} \Rightarrow 4x + 11y = 3 \ (1)$$

Από τη στοιχειομετρία των αντιδράσεων προκύπτει ότι παράγονται: 2x + 4y mol υδρατμών (H_2O). Ισχύει ότι $m_{H_2O} = n_{H_2O} \cdot Mr_{H_2O}$, όπου $Mr_{H_2O} = Ar_O + 2Ar_H = 16 + 2 \cdot 1 = 18$ g/mol.

Άρα:

$$m_{H_2O} = (2x + 4y) \cdot 18 \text{ g} = 21{,}6 \text{ g} \Rightarrow 18x + 36y = 10{,}8 \ (2)$$

Από το σύστημα των εξισώσεων (1) και (2), προκύπτει ότι:

$$4{,}5 \cdot 4x + 36y = 10{,}8 \Rightarrow 4{,}5(3-11y) + 36y = 10{,}8 \Rightarrow 13{,}5 - 49{,}5y + 36y = 10{,}8 \Rightarrow$$

$$13{,}5y = 2{,}7 \Rightarrow y = 0{,}2 \text{ mol}$$

Άρα, από την (1):

$$4x + 11 \cdot 0{,}2 = 3 \Rightarrow 4x = 3 - 2{,}2 = 0{,}8 \Rightarrow x = 0{,}2 \text{ mol}$$

Β) Από τη στοιχειομετρία των αντιδράσεων προκύπτει ότι απαιτούνται:

$$2x + 10y = 2 \cdot 0{,}2 + 5 \cdot 0{,}2 = 1{,}4 \text{ mol } O_2$$

Δεδομένου ότι 1 mol O_2 καταλαμβάνει όγκο 22,4 L, ο απαιτούμενος όγκος θα είναι:

$$V_{O_2} = 1{,}4 \cdot 22{,}4 = 31{,}36 \text{ L.}$$

$$V_{O_2} = \frac{20}{100} V_{αέρα} = 0{,}2 V_{αέρα} \Rightarrow V_{αέρα} = \frac{V_{O_2}}{0{,}2} = \frac{31{,}36}{0{,}2} \text{ L} = 156{,}8 \text{ L}$$

ΑΣΚΗΣΗ 6:

Ένα δείγμα βιοαερίου, που αποτελείται μόνο από CH_4 και CO_2, καταλαμβάνει όγκο 5,6 L, μετρημένο σε συνθήκες STP. Το δείγμα αυτό καίγεται πλήρως. Τα καυσαέρια περιέχουν 7,2 g H_2O. Να υπολογίσετε:

Α) τον όγκο (σε L), μετρημένο σε συνθήκες STP, καθενός από τα συστατικά του βιοαερίου,

Β) τον όγκο (σε L) του αέρα (20% v/v O_2), μετρημένο σε συνθήκες STP, που απαιτείται για την πλήρη καύση του δείγματος του βιοαερίου.

ΛΥΣΗ:

Α) Το συνολικά mol στο βιοαέριο θα είναι: $n_{ολ} = 5{,}6 / 22{,}4 = 0{,}25$ mol. Έστω x τα mol του CH_4 και y τα mol του CO_2. Στην καύση από τα δύο συστατικά του μίγματος θα συμμετέχει μόνο το CH_4.

Η αντίδραση καύσης του CH_4 είναι:

	CH_4 +	$2O_2$ →	CO_2 +	$2H_2O$
Στοιχειομετρικά	1	2	1	2
Αρχικά mol	x	2x	-	-
Παραγόμενα mol	-	-	x	2x

Επομένως, παράγονται 2x mol H_2O. Ισχύει ότι:

$$m_{H_2O} = n_{H_2O} \cdot Mr_{H_2O}, \text{ όπου } Mr_{H_2O} = Ar_O + 2Ar_H = 16 + 2 \cdot 1 = 18 \text{ g/mol.}$$

Άρα:

$$m_{H_2O} = 2x \cdot 18 \text{ g} = 36x \text{ g} \Rightarrow 36x = 7{,}2 \Rightarrow x = 0{,}2 \text{ mol}$$

Άρα, δεδομένου ότι 1 mol αερίου καταλαμβάνει όγκο 22,4 L, ο όγκος του CH_4 θα είναι:

$$V_{CH_4} = 0,2 \cdot 22,4 = 4,48 \text{ L}$$

Άρα, ο όγκος του CO_2 θα είναι $V_{CO_2} = 5,6 – 4,48 = 1,12$ L

B) Τα mol του O_2 που απαιτούνται για την καύση, όπως προκύπτει από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης, είναι 2·0,2 mol = 0.4 mol.

Δεδομένου ότι 1 mol O_2 καταλαμβάνει όγκο 22,4 L, ο απαιτούμενος όγκος θα είναι:

$$V_{O_2} = 0,4 \cdot 22,4 = 8,96 \text{ L.}$$

$$V_{O_2} = \frac{20}{100} V_{\alpha\acute{\varepsilon}\rho\alpha} = 0,2 V_{\alpha\acute{\varepsilon}\rho\alpha} \Rightarrow V_{\alpha\acute{\varepsilon}\rho\alpha} = \frac{V_{O_2}}{0,2} = \frac{8,96}{0,2} \text{ L} = 44,8 \text{ L}$$

ΑΣΚΗΣΗ 7:

Ένα δείγμα C_8H_{18} με μάζα 1,14 g κάηκε πλήρως με την απαιτούμενη ποσότητα αέρα. Να υπολογίσετε τον όγκο (σε L) του CO_2 που παράχθηκε, μετρημένο σε STP.

ΛΥΣΗ:

Εάν θέσουμε ως x τα mol του C_8H_{18} τότε:

$$m_{C_8H_{18}} = n_{C_8H_{18}} \cdot Mr_{C_8H_{18}}$$

Υπολογίζουμε τη μοριακή μάζα:

$$Mr_{C_8H_{18}} = 8 \cdot Ar_C + 18 \cdot Ar_H = 8 \cdot 12 + 18 \cdot 1 = 114$$

Επομένως:

$$m_{C_8H_{18}} = 114x = 1,14 \Rightarrow x = 0,01 \text{ mol}$$

Η αντίδραση καύσης του C_8H_{18} είναι:

$$C_8H_{18} + \frac{25}{2} O_2 \rightarrow 8CO_2 + 9H_2O$$

	C_8H_{18}	O_2	CO_2	H_2O
Στοιχειομετρικά	1	12,5	8	9
Αρχικά mol	00,1	0,125	-	-
Παραγόμενα mol	-	-	0,08	0,09

Από την καύση του C_8H_{18} παράγονται 0,8 mol CO_2. Δεδομένου ότι 1 mol CO_2 καταλαμβάνει όγκο 22,4 L, ο απαιτούμενος όγκος θα είναι:

$$V_{CO_2} = 0,08 \cdot 22,4 = 1,792 \text{ L.}$$