

ΘΕΜΑ Α

A1. α

A2. α

A3. γ

A4. β

A5. Σ – Σ – Λ – Λ – Λ

ΘΕΜΑ Β

B1. ΣΩΣΤΟ το (γ)

Σε κάθε περίπτωση, το σύστημα ξεκινάει από την ίδια αρχική κατάσταση, 1 mol $H_2(g)$ και 1 mol $I_2(g)$, και καταλήγει σε κατάσταση με υψηλότερο ενεργειακό περιεχόμενο, αφού η αντίδραση είναι ενδόθερμη.

Όμως, όταν η παραγόμενη ποσότητα προϊόντος (2 mol HI) βρίσκεται σε αέρια κατάσταση έχει υψηλότερο ενεργειακό περιεχόμενο απ' ότι όταν είναι σε υγρή ή στερεή. Έτσι, η μεταβολή της ενθαλπίας είναι μεγαλύτερη, άρα και το ποσό θερμότητας που απορροφάται μεγαλύτερο, όταν το παραγόμενο HI είναι σε αέρια κατάσταση.

B2. Για τον θερμοχημικό κύκλο $\{ X \rightarrow \Psi \rightarrow \Omega \}$ ή $\{ X \rightarrow \Phi \rightarrow \Omega \}$ ισχύει:

$$\Delta H_1 + \Delta H_4 = \Delta H_2 + \Delta H_3 \quad \text{άρα} \quad \Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3 - \Delta H_4 = -160 \text{ kJ}$$

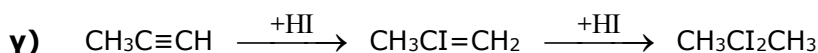
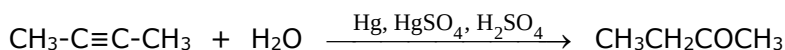
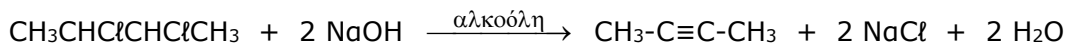
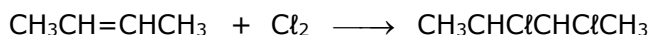
Για τον θερμοχημικό κύκλο $\{ \Phi \rightarrow \Psi \rightarrow \Omega \}$ ή $\{ \Phi \rightarrow \Omega \}$ ισχύει:

$$\Delta H_5 + \Delta H_4 = \Delta H_3 \quad \text{άρα} \quad \Delta H_5 = \Delta H_3 - \Delta H_4 = +40 \text{ kJ}$$

B3.α) $v \text{ CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 \longrightarrow (-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-)_v$

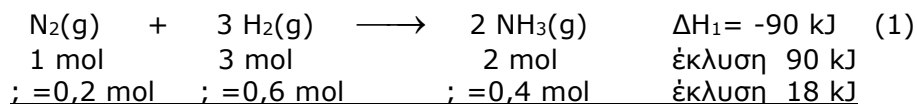


β) A: $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$ B: $\text{CH}_3\text{CHClCHClCH}_3$ Γ: $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$



ΘΕΜΑ Γ

Γ1.α) Από το ποσό θερμότητας που ελευθερώθηκε κατά την αντίδραση (1) μπορούμε να υπολογίσουμε τις ποσότητες H_2 και N_2 που αντέδρασαν:



Το αρχικό μίγμα είχε σε STP όγκο 22,4 L, άρα περιείχε συνολικά 1 mol αερίων.

Από αυτά αντέδρασαν 0,2 mol N_2 και 0,6 mol H_2 , δηλαδή συνολικά 0,8 mol αερίων. Τα υπόλοιπα 0,2 mol που περίσσεψαν θα είναι ή όλα N_2 ή όλα H_2 .

Έτσι, για τη σύσταση του μίγματος έχουμε **δύο πιθανές λύσεις**:

- Αν περισσεύει N_2 , τότε το μίγμα περιείχε 0,2+0,2=0,4 mol N_2 και 0,6 mol H_2 .

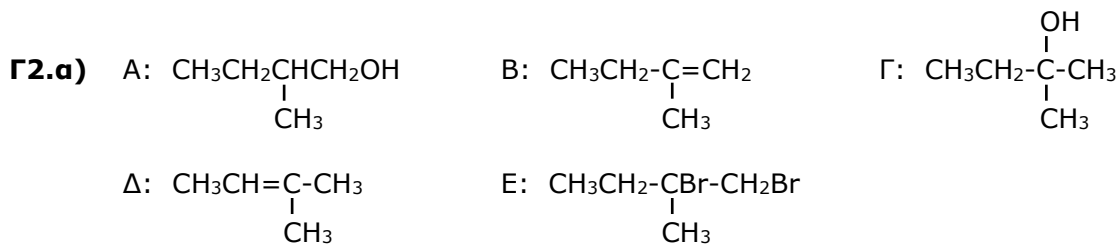
- Αν περισσεύει H_2 , τότε το μίγμα περιείχε 0,2 mol N_2 και 0,6+0,2=0,8 mol H_2 .

β) Η ποσότητα της NH_3 που παράχθηκε στην (1) και αντιδρά με O_2 στην (3) είναι 0,4 mol. Για να υπολογίσουμε το ζητούμενο ποσό θερμότητας, πρέπει αρχικά να βρούμε την ενθαλπία (ΔH_3) της αντίδρασης (3), αξιοποιώντας τις θερμοχημικές εξισώσεις (1) και (2).

Εφαρμόζοντας τους νόμους της θερμοχημείας (Lavoisier-Laplace και Hess) εργαζόμαστε ως εξής:

$$4 \text{ NH}_3(\text{g}) \longrightarrow 2 \text{ N}_2(\text{g}) + 6 \text{ H}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1 = +180 \text{ kJ} \quad (1')$$

- Πολλαπλασιάζουμε τη (2) x6:

$$3 \text{ O}_2(\text{g}) + 6 \text{ H}_2(\text{g}) \longrightarrow 6 \text{ H}_2\text{O}(\ell) \quad \Delta H_2 = -1710 \text{ kJ} \quad (2')$$
$$\begin{array}{lcl} 4 \text{ NH}_3(\text{g}) + 3 \text{ O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2 \text{ N}_2(\text{g}) + 6 \text{ H}_2\text{O}(\text{l}) & \Delta H_3 = -1530 \text{ kJ} & (3) \\ 4 \text{ mol} & \text{έκλυση } 1530 \text{ kJ} & \\ 0,4 \text{ mol} & \text{έκλυση } = 153 \text{ kJ} & \end{array}$$

$$\text{CH}_3\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}\text{Br}-\text{CH}_2\text{Br}$$

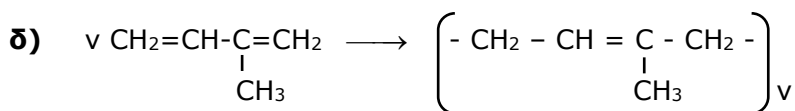
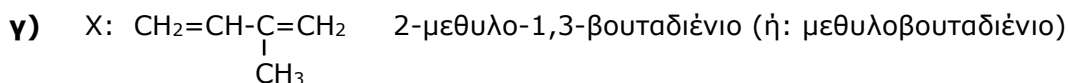
Η ποσότητα του διβρωμοπαραγώγου ($M_r=230$) που παράχθηκε είναι $n=\frac{23}{230}=0,1 \text{ mol}$.

Εφόσον παράχθηκαν 0,1 mol διβρωμοπαραγώγου, αντέδρασαν 0,1 mol Br_2 με 0,1 mol της Β ($0,1 = \frac{1}{10} < \frac{1}{7}$).

Συμπεραινουμε λοιπόν, ότι περίσσεψε ποσότητα Β, ενώ το Br_2 αντέδρασε πλήρως. Δηλαδή, το διάλυμα περιείχε 0,1 mol Br_2 ($M_r=160$) ή $0,1 \cdot 160 = 16 \text{ g Br}_2$.

Άρα: σε 500 mL διαλύματος περιέχονταν 16 g Br₂
σε 100 mL διαλύματος περιέχονταν ;=3,2 g Br₂

Περιεκτικότητα διαλύματος σε Br₂: 3,2% w/v



Δ1.α) Έστω $3x$ mol C_2H_2 ($M_r=26$) και $3y$ mol C_3H_6 ($M_r=42$) στο αρχικό μίγμα. Είναι $m_{ολ}=456$ g, άρα θα ισχύει $3x \cdot 26 + 3y \cdot 42 = 456$ ή $78x + 126y = 456$ (1)

$$\begin{array}{ccccccc} \text{CH}\equiv\text{CH} & + & 2 \text{ H}_2 & \longrightarrow & \text{CH}_3\text{CH}_3 & \text{ kai} & \text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 & + & \text{H}_2 & \longrightarrow & \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3 \\ \text{x mol} & & ;=2\text{x mol} & & & & \text{y mol} & & ;=\text{y mol} & & \end{array}$$

Απαιτήθηκαν συνολικά $(2x+y)$ mol H_2 .

Όμως, η ποσότητα του H_2 που αντέδρασε ήταν $n = \frac{112}{22,4} = 5 \text{ mol}$, άρα $2x+y=5$ (2).

Από τις (1) και (2) προκύπτει: $x=1$ και $y=3$

Δηλαδή, το αρχικό μίγμα περιείχε $3x=3 \text{ mol } C_2H_2$ και $3y=9 \text{ mol } C_3H_6$.

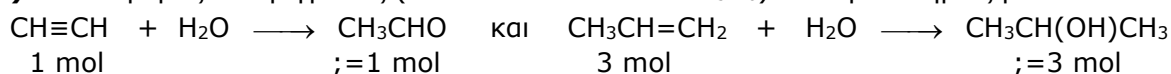
Το 1^ο μέρος του μίγματος ($1 \text{ mol } C_2H_2$ και $3 \text{ mol } C_3H_6$) καίγεται πλήρως και εκλύονται συνολικά 7000 kJ.

Εφόσον η ενθαλπία καύσης του C_2H_2 είναι -1300 kJ/mol, από την καύση $1 \text{ mol } C_2H_2$ εκλύθηκαν 1300 kJ, οπότε τα υπόλοιπα $7000-1300=5700 \text{ kJ}$ εκλύθηκαν από την καύση των $3 \text{ mol } C_3H_6$.

Επομένως, όταν καίγεται $1 \text{ mol } C_3H_6$, εκλύονται $\frac{5700}{3} = 1900 \text{ kJ}$.

Συμπέρασμα: Η ενθαλπία καύσης του C_3H_6 είναι -1900 kJ/mol.

β) Το 3^ο μέρος του μίγματος ($1 \text{ mol } C_2H_2$ και $3 \text{ mol } C_3H_6$) αντιδρά πλήρως με H_2O :



Παράγονται $1 \text{ mol } CH_3CHO$ και $3 \text{ mol } CH_3CH(OH)CH_3$.

Δ1.α) $A(g) + 2 B(g) \rightarrow 3 \Gamma(g) + \Delta(g)$

Οι φθίνουσες καμπύλες (2) και (3) αντιστοιχούν στα αντιδρώντα, των οποίων η συγκέντρωση μειώνεται με την πάροδο του χρόνου, ενώ οι αύξουσες καμπύλες (1) και (4) αντιστοιχούν στα προϊόντα, των οποίων η συγκέντρωση αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου.

Από το διάγραμμα προκύπτει ότι στο χρονικό διάστημα t_1-t_2 για τα δύο αντιδρώντα είναι

$$\Delta c_{(2)} = 4-6 = -2 \text{ M} \text{ και } \Delta c_{(3)} = 4-5 = -1 \text{ M}, \text{ δηλαδή το πηλίκο } \frac{\Delta c_{(2)}}{\Delta c_{(3)}} = \frac{2}{1}.$$

Όμως, οι μεταβολές των συγκεντρώσεων για το ίδιο χρονικό διάστημα t_1-t_2 είναι ανάλογες με τους στοιχειομετρικούς συντελεστές των σωμάτων στη χημική εξίσωση που περιγράφει την αντίδραση.

Επομένως:

Η καμπύλη (2) αντιστοιχεί στο αντιδρών B και η καμπύλη (3) στο αντιδρών A.

Αντίστοιχα, στο χρονικό διάστημα t_1-t_2 για τα δύο προϊόντα είναι $\Delta c_{(1)} = 9-6 = 3 \text{ M}$ και

$$\Delta c_{(4)} = 3-2 = 1 \text{ M}, \text{ δηλαδή το πηλίκο } \frac{\Delta c_{(1)}}{\Delta c_{(4)}} = \frac{3}{1}.$$

Επομένως, με βάση και πάλι τους στοιχειομετρικούς συντελεστές:

Η καμπύλη (1) αντιστοιχεί στο προϊόν Γ και η καμπύλη (4) στο προϊόν Δ.

β) Στο χρονικό διάστημα t_1-t_2 ($\Delta t = 100 \text{ s}$) η μέση ταχύτητα της αντίδρασης υπολογίζεται

$$\text{από τον τύπο } u = \frac{\Delta[\Delta]}{\Delta t} = \frac{1 \text{ M}}{100 \text{ s}} = 0,01 \text{ M} \cdot \text{s}^{-1}.$$

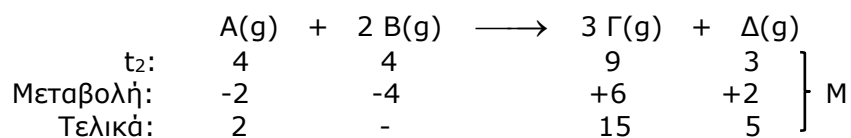
γ) Οι εκφράσεις της στιγμιαίας ταχύτητας είναι:

$$u = -\frac{d[A]}{dt} = -\frac{d[B]}{2dt} = \frac{d[\Gamma]}{3dt} = \frac{d[\Delta]}{dt} \quad \text{ή} \quad u = u_A = \frac{u_B}{2} = \frac{u_\Gamma}{3} = u_\Delta$$

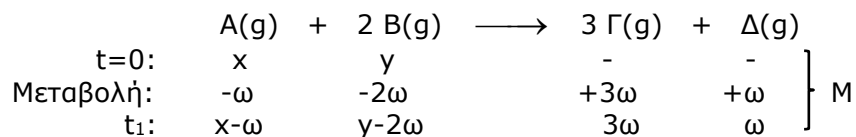
Επομένως, τη στιγμή που ο ρυθμός σχηματισμού του Γ ήταν: $u_\Gamma = 0,015 \text{ M} \cdot \text{s}^{-1}$, ο ρυθμός

κατανάλωσης του B ήταν: $u_B = \frac{2}{3} u_\Gamma = \frac{2}{3} \cdot 0,015 = 0,01 \text{ M} \cdot \text{s}^{-1}$

δ) Από τη χρονική στιγμή t_2 μέχρι το τέλος της αντίδρασης, η ποσοτική εξέλιξη της αντίδρασης αποδίδεται στον πίνακα:



ε) Αν οι αρχικές συγκεντρώσεις των A και B ήταν $[A]_{\text{αρχ}} = x \text{ M}$ και $[B]_{\text{αρχ}} = y \text{ M}$, τότε από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι τη χρονική στιγμή t_1 , η ποσοτική εξέλιξη της αντίδρασης αποδίδεται στον πίνακα:



Τη χρονική στιγμή t_1 είναι: $[\Delta] = 2 \text{ M}$ άρα $\omega = 2$
 $[A] = 5 \text{ M}$ άρα $x - \omega = 5 \Rightarrow x - 2 = 5 \Rightarrow x = 7$
 $[B] = 6 \text{ M}$ άρα $y - 2\omega = 6 \Rightarrow y - 4 = 6 \Rightarrow y = 10$

Δηλαδή, οι αρχικές συγκεντρώσεις των δύο αντιδρώντων ήταν $[A]_{\text{αρχ}} = 7 \text{ M}$ και $[B]_{\text{αρχ}} = 10 \text{ M}$.