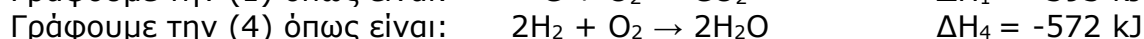
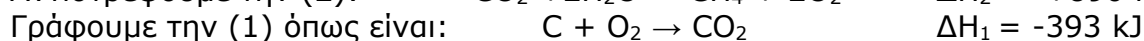
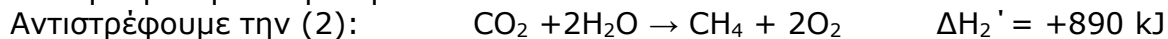


**ΘΕΜΑ Α****A1. γ****A2. α****A3. δ****A4. γ****A5. β****ΘΕΜΑ Β****B1.** Εφαρμόζοντας τους νόμους Lavoisier-Laplace και Hess, εργαζόμαστε ως εξής:

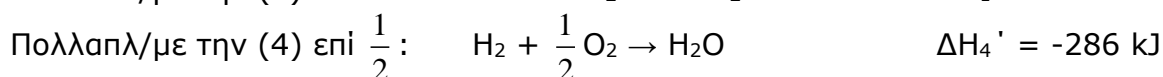
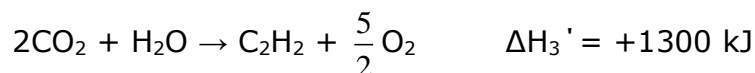
- Για την πρώτη αντίδραση



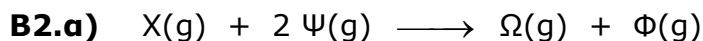
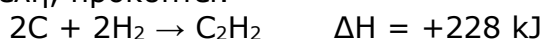
Προσθέτοντας κατά μέλη, προκύπτει:



- Για τη δεύτερη αντίδραση

Αντιστρέφουμε την (3) πολλαπλασιάζοντας ταυτόχρονα επί  $\frac{1}{2}$ :

Προσθέτοντας κατά μέλη, προκύπτει:



Η ολική πίεση στο δοχείο υπολογίζεται από την καταστατική εξίσωση:

$$P_{\text{ολ}} = \frac{n_{\text{ολ}} R T}{V} \quad (1)$$

Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης προκύπτει ότι:

Για κάθε 1 mol X και 2 mol Ψ, συνολικά 3 mol αερίων που αντιδρούν, παράγονται 1 mol Ω και 1 mol Φ, συνολικά 2 mol αερίων.

Δηλαδή κατά την εξέλιξη της αντίδρασης ο συνολικός αριθμός mol των αερίων στο δοχείο μειώνεται, άρα, σύμφωνα με την (1), μειώνεται και η ολική πίεση (εφόσον V, T: σταθερά).

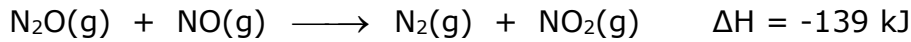
**β)** ΣΩΣΤΟ το (ii)ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ: Το ποσό θερμότητας που εκλύεται σε κάποιο χρονικό διάστημα είναι ανάλογο των ποσοτήτων των αντιδρώντων που αντέδρασαν στο διάστημα αυτό. Επειδή με την πάροδο του χρόνου μειώνονται οι συγκεντρώσεις των αντιδρώντων, μειώνεται και η ταχύτητα της αντίδρασης. Έτσι, οι ποσότητες των X και Ψ που αντέδρασαν κατά τη διάρκεια των πρώτων 2 min είναι μεγαλύτερες από αυτές που αντέδρασαν στα επόμενα 2 min. Κατά συνέπεια θα ισχύει  $Q_1 > Q_2$ .**B3.** Η καμπύλη αντιστοιχεί στην ουσία Α.ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ: Καταρχάς, η καμπύλη αντιστοιχεί σε αντιδρών, του οποίου η c μειώνεται με τον χρόνο. Αν είναι x ο στοιχειομετρικός συντελεστής του αντιδρώντος αυτού, τότε η μέση ταχύτητα είναι  $u = -\frac{\Delta c}{x \cdot \Delta t}$ .Αντικαθιστώντας  $u=0,001 \text{ M}\cdot\text{s}^{-1}$ ,  $\Delta t=200 \text{ s}$  και  $\Delta c=-0,6 \text{ M}$  προκύπτει  $x=3$ .

Επομένως πρόκειται για την ουσία Α, της οποίας ο στοιχειομετρικός συντελεστής είναι 3.

**B4.** Από το διάγραμμα «ενέργεια-πορεία αντίδρασης» (ΒΕΔ σελ. 128,129) προκύπτει ότι η αντίδραση είναι εξώθερμη (αφού  $E_a < E_a'$ ) και ισχύει:

$$\Delta H = E_a - E_a' = -139 \text{ kJ}$$

Δηλαδή, η θερμοχημική εξίσωση για την αντίδραση (2) είναι:

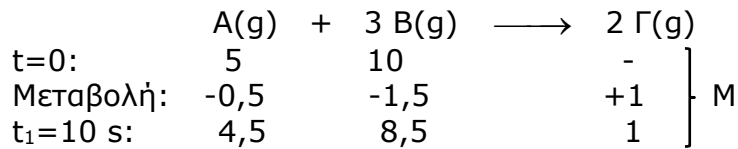


Επομένως: όταν παράγεται 1 mol  $\text{N}_2$  εκλύονται 139 kJ

όταν παράγονται 5 mol  $\text{N}_2$  εκλύονται ;=5·139=695 kJ

### ΘΕΜΑ Γ

**Γ1.α)** Η αρχική c του Β είναι 10 M, ενώ μετά από 10 s έχει γίνει 8,5 M. Αυτό σημαίνει ότι αντέδρασαν 1,5 M από το αντιδρών Β, οπότε:



**β)** 0-10 s: ταχύτητα κατανάλωσης του Β  $u_B = -\frac{\Delta[\text{B}]}{\Delta t} = -\frac{-1,5 \text{ M}}{10 \text{ s}} = 0,15 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$

ταχύτητα σχηματισμού του Γ  $u_\Gamma = \frac{\Delta[\Gamma]}{\Delta t} = \frac{1 \text{ M}}{10 \text{ s}} = 0,10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$

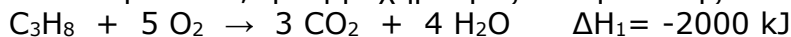
ταχύτητα αντίδρασης  $u = \frac{1}{3} u_B = 0,05 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$

**γ)** 10-20 s: ταχύτητα αντίδρασης  $u = -\frac{\Delta[\text{B}]}{3\Delta t} = -\frac{[\text{B}]_{20} - [\text{B}]_{10}}{3\Delta t}$

Αντικαθιστώντας  $u = 0,04 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ ,  $[\text{B}]_{10} = 8,5 \text{ M}$  και  $\Delta t = 10 \text{ s}$  προκύπτει:

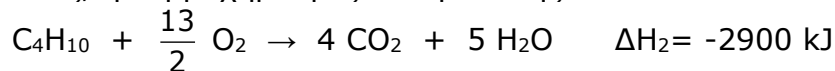
$$0,04 = -\frac{[\text{B}]_{20} - 8,5}{30} \text{ και τελικά } [\text{B}]_{20} = 7,3 \text{ M}$$

**Γ2.α)** Για το προπάνιο, η θερμοχημική εξίσωση καύσης είναι:



Το βουτάνιο ( $M_r = 58$ ) αποδίδει κατά την καύση του θερμότητα 50 kJ/g ή  $50 \cdot 58 = 2900 \text{ kJ/mol}$ , αφού 1 mol βουτανίου ζυγίζει 58 g.

Επομένως, η θερμοχημική εξίσωση καύσης είναι:

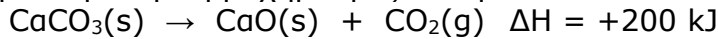


**β)** Έστω ότι το μίγμα αποτελείται από x mol  $\text{C}_3\text{H}_8$  ( $M_r = 44$ ) και y mol  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  ( $M_r = 58$ ). Είναι  $m_{\text{ολ}} = 1424 \text{ g}$ , οπότε θα ισχύει:  **$44x + 58y = 1424$  (1)**

Από την καύση των x mol  $\text{C}_3\text{H}_8$  παράγονται  $2000x \text{ kJ}$ , ενώ από την καύση των y mol  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  παράγονται  $2900y \text{ kJ}$ , δηλαδή συνολικά  $(2000x + 2900y) \text{ kJ}$ .

Τα 28 kg  $\text{CaCO}_3$  ( $M_r = 100$ ) είναι  $n = \frac{28000 \text{ g}}{100 \text{ g/mol}} = 280 \text{ mol}$ .

Σύμφωνα με τη θερμοχημική εξίσωση



Για τη διάσπαση των 280 mol  $\text{CaCO}_3$  απαιτούνται  $280 \cdot 200 = 56000 \text{ kJ}$

Αυτή η ποσότητα θερμότητας αποτελεί το 80% της παραχθείσας από την καύση του μίγματος, δηλαδή  $56000 = 0,8(2000x + 2900y)$  ή  **$20x + 29y = 700$  (2)**

Από την επίλυση του συστήματος των (1) και (2) προκύπτει:  **$x=6$  και  $y=20$**

Δηλαδή, το αρχικό μίγμα περιείχε: 6 mol ή  $6 \cdot 44 = 264 \text{ g}$   $\text{C}_3\text{H}_8$   
και 20 mol ή  $20 \cdot 58 = 1160 \text{ g}$   $\text{C}_4\text{H}_{10}$

**Γ3.α)** Η φθίνουσα καμπύλη (1) αντιστοιχεί σε αντιδρών, του οποίου η συγκέντρωση μειώνεται με την πάροδο του χρόνου, ενώ η αύξουσα καμπύλη (2) αντιστοιχεί σε προϊόν, του οποίου η συγκέντρωση αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου.

Από το διάγραμμα προκύπτει ότι στο διάστημα  $0-t_{\text{ολ}}$  η  $\Delta c_{(1)} = 0,6 - 0,8 = -0,2 \text{ M}$  ενώ

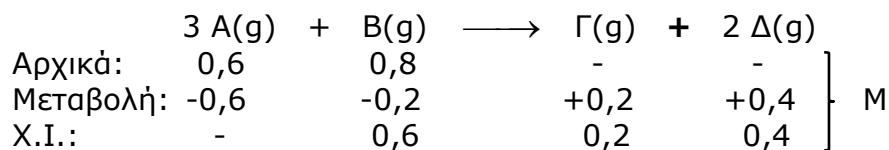
η  $\Delta c_{(2)} = 0,4 \text{ M}$ , δηλαδή το πηλίκο  $\left| \frac{\Delta c_{(1)}}{\Delta c_{(2)}} \right| = \frac{0,2}{0,4} = \frac{1}{2}$ .

Οι μεταβολές των συγκεντρώσεων των 2 ουσιών στο ίδιο χρονικό διάστημα είναι ανάλογες με τους στοιχειομετρικούς τους συντελεστές στη χημική εξίσωση που περιγράφει την αντίδραση. Τα 2 συστατικά της αντίδρασης, ένα αντιδρών και ένα προϊόν, που έχουν αυτή τη στοιχειομετρική αναλογία, είναι, όπως φαίνεται από την εξίσωση, το αντιδρών B και το προϊόν Δ.

Επομένως:

Η καμπύλη (1) αντιστοιχεί στο αντιδρών B και η καμπύλη (2) στο προϊόν Δ.

**β)** Μια μονόδρομη (ποσοτική) αντίδραση τελειώνει, όταν ένα τουλάχιστον απ' τα αντιδρώντα εξαντληθεί -δεν μπορεί, δηλαδή, οι συγκεντρώσεις και των 2 αντιδρώντων στο τέλος της αντίδρασης να είναι  $>0$ . Αφού, λοιπόν, το B περισεύει (τελική  $c_B = 0,6 \text{ M}$ ) το A πρέπει να αντιδρά πλήρως. Έτσι, ο πίνακας με τους στοιχειομετρικούς υπολογισμούς είναι:



Επομένως, στο διάγραμμα c-t:

- η καμπύλη για το αντιδρών A ξεκινάει από την τιμή 0,6 M τη χρονική στιγμή  $t=0$  και καταλήγει στην τιμή 0 τη χρονική στιγμή  $t_{\text{ολ}}$ .
- η καμπύλη για το προϊόν Γ ξεκινάει από την τιμή 0 τη χρονική στιγμή  $t=0$  και καταλήγει στην τιμή 0,2 M τη χρονική στιγμή  $t_{\text{ολ}}$ .

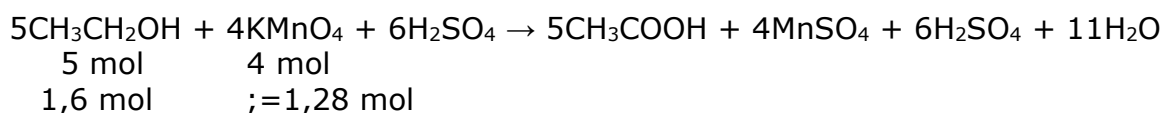
## ΘΕΜΑ Δ

**Δ1.** Σε 100 mL ποτού περιέχονται 40 mL αιθανόλης

Σε 230 mL ποτού περιέχονται ;=92 mL αιθανόλης

Η μάζα της αιθανόλης είναι  $m = \rho \cdot V = 0,8 \cdot 92 = 73,6 \text{ g}$

Αυτή η ποσότητα είναι  $n = \frac{73,6}{46} = 1,6 \text{ mol}$  αιθανόλης ( $M_r = 46$ )



Στο διάλυμα του  $\text{KMnO}_4$ :  $c = \frac{n}{V}$  άρα  $V = \frac{n}{c} = \frac{1,28 \text{ mol}}{0,2 \text{ mol/L}} = 6,4 \text{ L}$

**Δ2.α)** Διάλυμα Υ1: σε 100 mL διαλύματος περιέχονται 6,3 g  $\text{HNO}_3$  ( $M_r=63$ )

- Για την εύρεση της % w/w περιεκτικότητας:

Τα 100 mL διαλύματος έχουν μάζα  $m = \rho \cdot V = 1,26 \cdot 100 = 126 \text{ g}$

Οπότε: σε 126g διαλύματος περιέχονται 6,3 g  $\text{HNO}_3$

σε 100 g διαλύματος περιέχονται  $;$   $= \frac{6,3 \cdot 100}{126} = 5 \text{ g HNO}_3$

Δηλαδή, περιεκτικότητα 5% w/w.

- Για την εύρεση της συγκέντρωσης:

Σε 100 mL ή 0,1 L διαλύματος περιέχονται  $n = \frac{6,3}{63} = 0,1 \text{ mol HNO}_3$ .

Επομένως  $c = \frac{n}{V} = \frac{0,1 \text{ mol}}{0,1 \text{ L}} = 1 \text{ M}$

**β)** Κατά την αραιώση διαλύματος με την προσθήκη νερού, η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας παραμένει σταθερή:

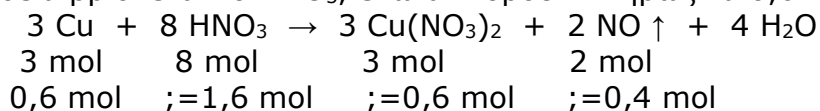
$$n_{\text{HNO}_3(\text{αρχ})} = n_{\text{HNO}_3(\text{τελ})} \quad \text{δηλαδή} \quad c_{\text{αρχ}} \cdot V_{\text{αρχ}} = c_{\text{τελ}} \cdot V_{\text{τελ}}$$

Αντικαθιστώντας  $c_{\text{αρχ}} = 1 \text{ M}$ ,  $c_{\text{τελ}} = 0,05 \text{ M}$  και  $V_{\text{τελ}} = 0,8 \text{ L}$  προκύπτει  $V_{\text{αρχ}} = 0,04 \text{ L}$ .

Δηλαδή πρέπει να αραιωθούν 0,04 L ή 40 mL του διαλύματος Υ1.

**γ)**  $n_{\text{HNO}_3(\text{αρχ})} = c \cdot V = 1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 2 \text{ L} = 2 \text{ mol}$  /  $n_{\text{Cu}} = \frac{38,4}{64} = 0,6 \text{ mol}$

Σε περίσσεια βρίσκεται το  $\text{HNO}_3$ , ενώ αντιδρούν πλήρως τα 0,6 mol Cu:



**i.** Παράγονται 0,4 mol ή  $0,4 \cdot 22,4 = 8,96 \text{ L NO (STP)}$

**ii.** Μετά την αντίδραση και την απομάκρυνση του αερίου NO, το διάλυμα περιέχει τα 0,6 mol  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  που παράχθηκαν και τα  $2 - 1,6 = 0,4 \text{ mol HNO}_3$  που περίσσεψαν.

Επομένως, οι ζητούμενες συγκεντρώσεις τελικό διάλυμα, όγκου 2 L, είναι:

Για το  $\text{HNO}_3$   $c_1 = \frac{0,4 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0,2 \text{ M}$

Για τον  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$   $c_2 = \frac{0,6 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0,3 \text{ M}$