

## ΘΕΜΑ Α

A1. α

A2. γ

A3. β

A4. β

A5. Σ - Σ - Σ - Σ - Σ

## ΘΕΜΑ Β

- B1.** E1: CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub> προπάνιο  
E2: CH<sub>3</sub>COCH<sub>3</sub> προπανόνη // Ασταθές ενδιάμεσο: CH<sub>3</sub>C=CH<sub>2</sub>  
E3: CH<sub>3</sub>CCl<sub>2</sub>CH<sub>3</sub> 2,2-διχλωροπροπάνιο  
E4: CH<sub>3</sub>CBr<sub>2</sub>CHBr<sub>2</sub> 1,1,2,2-τετραβρωμοπροπάνιο

**B2.α)** Ο γενικός μοριακός τύπος των κορεσμένων μονοκαβονυλικών ενώσεων είναι C<sub>v</sub>H<sub>2v</sub>O, με  $M_r = \frac{12v}{C} + \frac{2v}{H} + \frac{16}{O} = 14v + 16$

Δηλαδή: 1 mol ή (14v+16) g της ένωσης K περιέχουν 2v g H και 16 g O

Σε κάθε ποσότητα της ένωσης K είναι m<sub>O</sub> = 2m<sub>H</sub>, άρα: 16 = 2·2v ⇒ v = 4

Ο μοριακός τύπος της K είναι C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O και σε αυτόν αντιστοιχούν 3 συντακτικά ισομερή: CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CHO, CH<sub>3</sub>CHCHO, CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>COCH<sub>3</sub>

**β)** Για την ποσότητα του αερίου υδρογονάνθρακα Λ (C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>) ισχύει:

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

Αντικαθιστώντας: T=273+27=300 K, P=1,5 atm, m=15 g, V=8,2 L

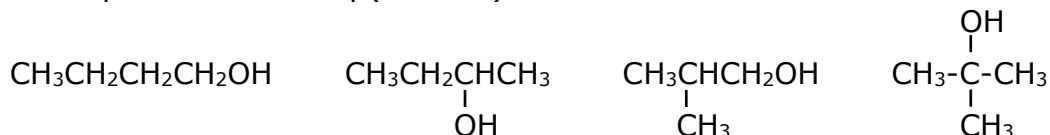
$$\text{και } R = 0,082 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}}, \text{ προκύπτει: } M = 30 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Δηλαδή, η σχετική μοριακή μάζα του Λ είναι M<sub>r</sub>=30 ⇒ 12x+y=30

Πρέπει γ ≤ 2x+2, οπότε η μοναδική δεκτή λύση της εξίσωσης είναι: x=2, γ=6

Επομένως, ο υδρογονάνθρακας Λ είναι το αιθάνιο: CH<sub>3</sub>CH<sub>3</sub>

**γ)** Η ένωση M είναι αλκοόλη (C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>OH). Δυνατοί συντακτικοί τύποι:



**B3.** ΣΩΣΤΟ το (i)

**(i)** x g αιθινίου (CH≡CH: M<sub>r(i)</sub>=2·A<sub>rC</sub>+2·A<sub>rH</sub>) είναι  $n = \frac{x}{M_{r(i)}} \text{ mol}$

Αντίδραση πλήρους υδρογόνωσης του αιθινίου: CH≡CH + 2H<sub>2</sub> → CH<sub>3</sub>CH<sub>3</sub>

Σύμφωνα με αυτή, για την πλήρη υδρογόνωση των  $\frac{x}{M_{r(i)}} \text{ mol}$  CH≡CH, απαι-

τούνται  $n_1 = \frac{2x}{M_{r(i)}} \text{ mol}$  H<sub>2</sub>.

**(ii)** x g προπινίου (CH<sub>3</sub>C≡CH: M<sub>r(ii)</sub>=3·A<sub>rC</sub>+4·A<sub>rH</sub>) είναι  $n = \frac{x}{M_{r(ii)}} \text{ mol}$

Αντίδραση πλήρους υδρογόνωσης του προπινίου: CH<sub>3</sub>C≡CH + 2H<sub>2</sub> → CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>

Σύμφωνα με αυτή, για την πλήρη υδρογόνωση των  $\frac{x}{M_{r(ii)}} \text{ mol}$  CH<sub>3</sub>C≡CH, απαι-

τούνται  $n_2 = \frac{2x}{M_{r(ii)}} \text{ mol}$  H<sub>2</sub>.

Προφανώς ισχύει  $3 \cdot A_{rC} + 4 \cdot A_{rH} > 2 \cdot A_{rC} + 2 \cdot A_{rH}$ , δηλαδή  $M_{r(ii)} > M_{r(i)}$ , επομένως θα ισχύει και  $n_2 < n_1$ .

Δηλαδή, απαιτείται μεγαλύτερη ποσότητα mol, άρα και όγκος, αερίου  $H_2$  για την πλήρη υδρογόνωση των  $x$  g αιθινίου.

### ΘΕΜΑ Γ

#### **Γ1.α)**



**β)** (Δ1) Διάλυμα HCl 3,65% w/v

Σε 100 mL του Δ1 περιέχονται 3,65 g HCl ( $M_r=36,5$ ).

Δηλαδή σε όγκο  $V=0,1$  L του Δ περιέχονται  $n = \frac{3,65}{36,5} = 0,1$  mol HCl, οπότε η

συγκέντρωση του Δ1 είναι  $c = \frac{0,1 \text{ mol}}{0,1 \text{ L}} = 1 \text{ M}$ .

(Δ2) Διάλυμα NaCl  $c=1$  M

Σε 1 L ή 1000 mL του Δ2 περιέχεται 1 mol NaCl ( $M_r=58,5$ ), δηλαδή 58,5 g NaCl.

Η μάζα των 1000 mL του Δ2 είναι  $m = \rho \cdot V = 1,17 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \cdot 1000 \text{ mL} = 1170 \text{ g}$ .

Έτσι: Σε 1170 g του Δ περιέχονται 58,5 g NaCl

Σε 100 g του Δ περιέχονται ; = 5 g NaCl

Δηλαδή, η περιεκτικότητα του Δ2 είναι 5% w/w.

**γ)** ΣΩΣΤΟ το (iv)

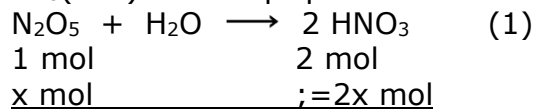
Έστω  $V$  L ο όγκος του διαλύματος Δ2 (NaCl  $c=1$  M) που πρέπει να χρησιμοποιήσουμε, για να προκύψει με αραιώση διάλυμα NaCl με συγκέντρωση  $c' = 0,01$  M και όγκο  $V' = 0,05$  L.

Κατά την αραιώση με προσθήκη νερού, η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας δεν μεταβάλλεται:  $n_{\text{NaCl (αρχ)}} = n_{\text{NaCl (τελ)}} \quad \text{ή} \quad c \cdot V = c' \cdot V'$

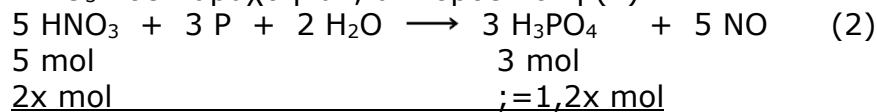
Αντικαθιστώντας  $c=1$  M,  $c'=0,01$  M και  $V'=0,05$  L, προκύπτει  $V=0,0005$  L ή  $V=0,5$  mL.

Δηλαδή, πρέπει να αναμιξουμε 0,5 mL του Δ2 με  $50 - 0,5 = 49,5$  mL νερού.

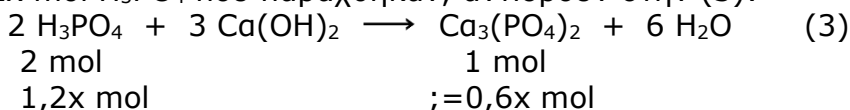
**Γ2.** Έστω  $x$  mol η αρχική ποσότητα του  $N_2O_5$ . Αξιοποιώντας τη στοιχειομετρία των τριών αντιδράσεων, μπορούμε να εκφράσουμε συναρτήσει του  $x$  την ποσότητα  $Ca_3(PO_4)_2$  που παράγεται τελικά:



Τα  $2x$  mol  $HNO_3$  που παράχθηκαν, αντιδρούν στη (2):



Τα  $1,2x$  mol  $H_3PO_4$  που παράχθηκαν, αντιδρούν στην (3):



Δίνεται ότι η ποσότητα του  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  που παράγεται τελικά είναι 0,3 mol, επομένως θα ισχύει  $0,6x=0,3$  ή  $x=0,5$ .

Δηλαδή, η αρχική ποσότητα του  $\text{N}_2\text{O}_5$  ( $M_r=108$ ) ήταν 0,5 mol.

Η μάζα αυτής της ποσότητας είναι  $m=0,5 \cdot 108=54$  g.

**Γ3.α)** Ο γενικός μοριακός τύπος των αλκινίων είναι  $\text{C}_v\text{H}_{2v-2}$ , με σχετική μοριακή μάζα  $M_r = \frac{12v}{\text{C}} + \frac{2v-2}{\text{H}} = 14v - 2$

Οπότε 1 mol ή  $(14v-2)$  g του A περιέχουν  $(2v-2)$  g H

Δίνεται επίσης ότι 100 g του A περιέχουν 10 g H

Άρα θα ισχύει:  $\frac{14v-2}{100} = \frac{2v-2}{10} \Rightarrow \dots v=3$

Δηλαδή, το αλκίνιο A είναι το προπίνιο:  $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CH}$

**β)** Για την ποσότητα των 20 g προπινίου ( $\text{C}_3\text{H}_4$ :  $M_r=40$ ) ισχύει:

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

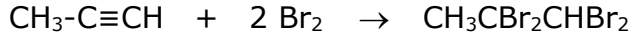
Αντικαθιστώντας:  $T=273+127=400$  K,  $P=8,2$  atm,  $m=20$  g,

$$M=40 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \text{ και } R=0,082 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}}, \text{ προκύπτει: } V=2 \text{ L}$$

**γ)** Στο διάλυμα του  $\text{Br}_2$ : 100 mL περιέχουν 8 g  $\text{Br}_2$  ( $M_r=160$ )

$$1000 \text{ mL περιέχουν } ;=80 \text{ g ή } n=\frac{80}{160}=0,5 \text{ mol } \text{Br}_2$$

Η πλήρης αντίδραση του προπινίου με το  $\text{Br}_2$  είναι:



Σύμφωνα με αυτή, τα 0,3 mol προπινίου μπορούν να αντιδράσουν το πολύ με 0,6 mol  $\text{Br}_2$ , δηλαδή να αποχρωματίσουν πλήρως μέχρι 0,6 mol  $\text{Br}_2$ .

Το διάλυμα του  $\text{Br}_2$  περιέχει 0,5 mol  $\text{Br}_2$ , επομένως θα αντιδράσει όλη η ποσότητα  $\text{Br}_2$ , με συνέπεια το διάλυμα να αποχρωματιστεί πλήρως.

## **ΘΕΜΑ Δ**

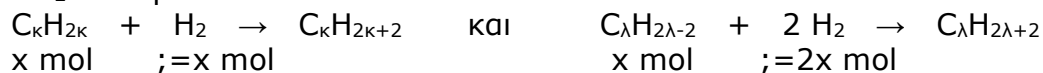
**Δ1.** Ισομοριακό μίγμα:  $2x$  mol  $\text{C}_v\text{H}_{2v+2}$  (αλκάνιο X),  $v \geq 1$

$2x$  mol  $\text{C}_k\text{H}_{2k}$  (αλκένιο Ψ),  $k \geq 2$

$2x$  mol  $\text{C}_\lambda\text{H}_{2\lambda-2}$  (αλκίνιο Ω),  $\lambda \geq 2$

1<sup>ο</sup> μέρος  $x$  mol  $\text{C}_v\text{H}_{2v+2}$ ,  $x$  mol  $\text{C}_k\text{H}_{2k}$ ,  $x$  mol  $\text{C}_\lambda\text{H}_{2\lambda-2}$

Με το  $\text{H}_2$  αντιδρούν το αλκένιο και το αλκίνιο:

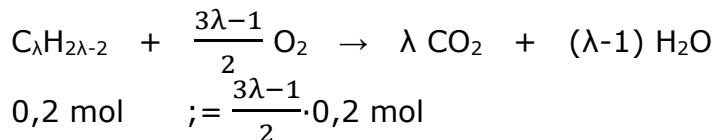
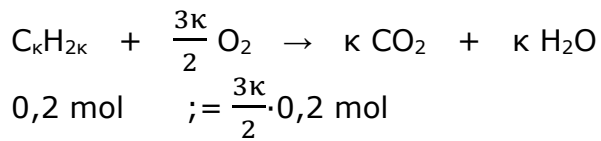
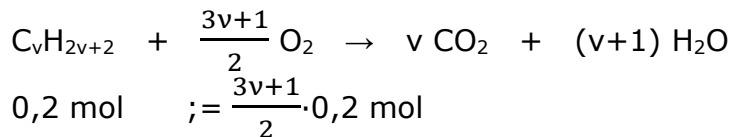


Η ποσότητα του  $\text{H}_2$  ( $M_r=2$ ) που αντέδρασε, είναι 1,2 g ή  $n=\frac{1,2}{2}=0,6$  mol, επομένως θα ισχύει:  $x+2x=0,6 \Rightarrow x=0,2$

Δηλαδή, το αρχικό μίγμα περιείχε 0,4 mol από κάθε υδρογονάνθρακα.

2<sup>ο</sup> μέρος 0,2 mol  $\text{C}_v\text{H}_{2v+2}$ , 0,2 mol  $\text{C}_k\text{H}_{2k}$ , 0,2 mol  $\text{C}_\lambda\text{H}_{2\lambda-2}$

Οι αντιδράσεις καύσης των τριών υδρογονανθράκων είναι:



Χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 33,6 L (STP) ή  $n = \frac{33,6}{22,4} = 1,5 \text{ mol } O_2$ , επομένως θα ισχύει:  $\frac{3v+1}{2} \cdot 0,2 + \frac{3\kappa}{2} \cdot 0,2 + \frac{3\lambda-1}{2} \cdot 0,2 = 1,5 \Rightarrow \dots v + \kappa + \lambda = 5$

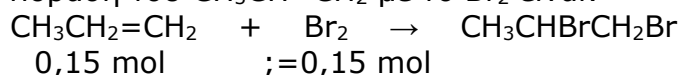
Εφόσον πρέπει  $v \geq 1$ ,  $\kappa \geq 2$  και  $\lambda \geq 2$ , οι μοναδικές τιμές που ικανοποιούν την τελευταία σχέση είναι:  $v=1$ ,  $\kappa=2$  και  $\lambda=2$   
 Δηλαδή τα συστατικά του μίγματος είναι:  $CH_4$  (X),  $CH_2=CH_2$  (Ψ),  $CH \equiv CH$  (Ω),

**Δ2.** Η ποσότητα του  $Br_2$  στο διάλυμά του είναι  $n_{Br_2} = c \cdot V = 1 \cdot 0,25 = 0,25 \text{ mol}$ .  
 Ο συνολικός αριθμός mol των δύο συστατικών του μίγματος στα 4,48 L (STP) που αντέδρασαν με το  $Br_2$ , είναι  $n_{ολ} = \frac{4,48}{22,4} = 0,2 \text{ mol}$ .

Αν σ' αυτόν τον όγκο η ποσότητα του  $C_2H_x$  είναι  $\gamma \text{ mol}$ , η αντίστοιχη ποσότητα του  $CH_3CH=CH_2$  θα είναι  $3\gamma \text{ mol}$ . Οπότε, θα ισχύει  $\gamma + 3\gamma = 0,2$  ή  $\gamma = 0,05$ .

Επομένως, 0,25 mol  $Br_2$  αντιδρούν πλήρως με ποσότητα του Μ που περιέχει  $\gamma = 0,05 \text{ mol } C_2H_x$  και  $3\gamma = 0,15 \text{ mol } CH_3CH=CH_2$ .

Η αντίδραση του  $CH_3CH=CH_2$  με το  $Br_2$  είναι:

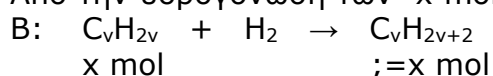


Δηλαδή, από τα συνολικά 0,25 mol  $Br_2$  που αντέδρασαν με το μίγμα, τα 0,15 mol αντέδρασαν με το  $CH_3CH_2=CH_2$ , οπότε τα υπόλοιπα  $0,25 - 0,15 = 0,1 \text{ mol } Br_2$  αντέδρασαν πλήρως με τα 0,05 mol του υδρογονάνθρακα Υ ( $C_2H_x$ ), ο οποίος, προφανώς, είναι ακόρεστος.

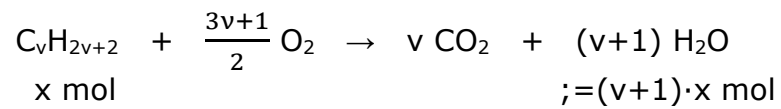
Αφού, λοιπόν, ο Υ αντιδρά με το  $Br_2$  με αναλογία mol 1:2, συμπεραίνουμε ότι είναι το αιθίνιο:  $CH \equiv CH + 2 Br_2 \rightarrow CHBr_2CHBr_2$

**Δ3.** Έστω  $x \text{ mol}$  η ποσότητα του αλκενίου Α ( $C_v H_{2v}$ :  $M_r = 14v$ ) που αντέδρασε με το  $H_2$ . Αφού τα  $x \text{ mol}$  του αλκενίου ζυγίζουν 2,8 g, θα ισχύει:  $2,8 = 14v \cdot x$  (1)

Από την υδρογόνωση των  $x \text{ mol}$  του αλκενίου παράγονται  $x \text{ mol}$  του αλκανίου



Τα  $x \text{ mol}$  του αλκανίου Β καίγονται πλήρως:



Από την καύση παράγονται 5,4 g H<sub>2</sub>O (M<sub>r</sub>=18) δηλαδή  $\frac{5,4}{18}=0,3$  mol H<sub>2</sub>O.

Επομένως θα ισχύει:  $(v+1) \cdot x=0,3$  (2)

Από την επίλυση του συστήματος των (1) και (2) προκύπτει:  $v=2$  και  $x=0,1$

Δηλαδή η ένωση Α είναι το CH<sub>2</sub>=CH<sub>2</sub> (αιθένιο) και η Β το CH<sub>3</sub>CH<sub>3</sub> (αιθάνιο).