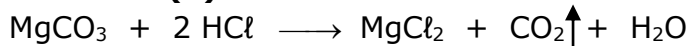


ΘΕΜΑ Α

A1. β A2. γ A3. β A4. α A5. Λ - Λ - Λ - Σ - Σ

ΘΕΜΑ Β

B1. ΣΩΣΤΟ το (δ)



Ο όγκος του παραγόμενου CO_2 , δηλαδή η ποσότητα mol που παράγεται, εξαρτάται από την ποσότητα του HCl που αντιδρά σε κάθε πείραμα, αφού το MgCO_3 βρίσκεται σε περίσσεια και στα δύο πειράματα.

Στο 1^ο πείραμα: $n_{\text{HCl}(1)} = c_1 \cdot V_1 = 1 \cdot 0,05 = 0,05 \text{ mol}$

Στο 2^ο πείραμα: $n_{\text{HCl}(2)} = c_2 \cdot V_2 = 2 \cdot 0,025 = 0,05 \text{ mol}$

Αντιδρά η ίδια ποσότητα HCl σε κάθε πείραμα, επομένως παράγονται τελικά ίσες ποσότητες CO_2 , δηλαδή ίσοι όγκοι CO_2 μετρημένοι στις ίδιες συνθήκες.

Έτσι, απορρίπτονται οι επιλογές (α) και (γ).

Στο 2^ο πείραμα χρησιμοποιήθηκε διάλυμα HCl μεγαλύτερης συγκέντρωσης (με όλες τις άλλες παραμέτρους ίδιες), επομένως η ταχύτητα έναρξης της αντίδρασης είναι μεγαλύτερη και η κλίση της καμπύλης πιο απότομη, κάτι που συμβαίνει μόνο στην επιλογή (δ).

B2. ΣΩΣΤΟ το (i)

Για την αντίδραση $2\text{NO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{NOCl}(\text{g})$, οι εκφράσεις της στιγμιαίας

ταχύτητας είναι: $u = -\frac{d[\text{NO}]}{2dt} = -\frac{d[\text{Cl}_2]}{dt} = \frac{d[\text{NOCl}]}{2dt}$

Δίνεται ότι $u_{\text{NOCl}} = \frac{d[\text{NOCl}]}{dt} = 0,2 \text{ M} \cdot \text{s}^{-1}$, άρα $u = \frac{d[\text{NOCl}]}{2dt} = 0,1 \text{ M} \cdot \text{s}^{-1}$.

B3. ΣΩΣΤΟ το (γ)

Είναι $M_{\text{r ZAXAPHS}} = 12 \cdot A_{\text{r C}} + 22 \cdot A_{\text{r H}} + 11 \cdot A_{\text{r O}}$ ενώ η $M_{\text{r ΓΛΥΚΟΖΗΣ}} = 6 \cdot A_{\text{r C}} + 12 \cdot A_{\text{r H}} + 6 \cdot A_{\text{r O}}$. Προφανώς ισχύει $M_{\text{r ZAXAPHS}} > M_{\text{r ΓΛΥΚΟΖΗΣ}}$.

Στο διάλυμα Δ1: $\Pi_1 = \frac{n_1 \cdot R \cdot T}{V}$ (1), όπου $n_1 = \frac{10}{M_{\text{r ΓΛΥΚΟΖΗΣ}}} \text{ mol}$

Στο διάλυμα Δ2 διαλύθηκαν συνολικά 10 g μίγματος γλυκόζης και ζάχαρης. Αν το μίγμα περιείχε x g γλυκόζης και y g ζάχαρης, τα συνολικά mol των διαλυμένων

ουσιών είναι $n_{\text{ολ}(2)} = n_{\text{ΓΛΥΚΟΖΗΣ}} + n_{\text{ΖΧΑΡΗΣ}} = \frac{x}{M_{\text{r ΓΛΥΚΟΖΗΣ}}} + \frac{y}{M_{\text{r ΖΧΑΡΗΣ}}}$

Στο διάλυμα Δ2: $\Pi_2 = \frac{n_{\text{ολ}(2)} \cdot R \cdot T}{V}$ (2)

Είναι $x+y=10$, οπότε η ποσότητα n_1 γράφεται: $n_1 = \frac{x}{M_{\text{r ΓΛΥΚΟΖΗΣ}}} + \frac{y}{M_{\text{r ΓΛΥΚΟΖΗΣ}}}$

Εφόσον λοιπόν $M_{\text{r ΖΧΑΡΗΣ}} > M_{\text{r ΓΛΥΚΟΖΗΣ}}$, θα ισχύει $n_1 > n_{\text{ολ}(2)}$.

Από τις (1) και (2) προκύπτει τότε ότι $\Pi_1 > \Pi_2$.

B4. Σωστό το (iii)

Γράφουμε τον χημικό τύπο της ένωσης, σημειώνοντας τους αριθμούς οξειδωσης

των συστατικών της -έστω x ο A.O. του X: $\overset{+1}{\text{K}} \overset{+3}{\text{Fe}}_3 \overset{x}{\text{X}}_2 (\overset{-1}{\text{OH}})_6$

Το αλγεβρικό άθροισμα των A.O. όλων των συστατικών της ένωσης είναι ίσο με 0, οπότε: $1 \cdot (+1) + 3 \cdot (+3) + 2 \cdot x + 6 \cdot (-1) = 0 \Rightarrow x = -2$

Επομένως, από τις διαθέσιμες επιλογές το X μπορεί να είναι μόνο το SO_4^{2-} .

B5. Σωστό το (α)

Η αντίδραση αυτοϊοντισμού του νερού είναι: $2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{OH}^- + \text{H}_3\text{O}^+ \quad \Delta H > 0$
Σε θερμοκρασία 25°C , στο καθαρό νερό είναι $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$, ενώ ισχύει $K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$.

Από τις δύο αυτές σχέσεις προκύπτει $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7} \text{ M}$, δηλαδή $\text{pH} = 7$.

Η αντίδραση αυτοϊοντισμού του νερού είναι ενδόθερμο φαινόμενο. Έτσι, η μείωση της θερμοκρασίας, που σύμφωνα με την αρχή *Le Chatelier* ευνοεί την εξώθερμη αντίδραση, θα έχει ως αποτέλεσμα τη μετατόπιση της ισορροπίας προς τα αριστερά, δηλαδή τη μείωση της συγκέντρωσης $[\text{H}_3\text{O}^+]$.

Επομένως, σε θερμοκρασία 20°C το καθαρό νερό θα έχει $[\text{H}_3\text{O}^+] < 10^{-7} \text{ M}$, δηλαδή $\text{pH} > 7$.

Αυτό σημαίνει ότι υδατικό διάλυμα με $\text{pH} = 7$ στους 20°C , έχει pH μικρότερο από το pH του καθαρού νερού (ή ενός ουδέτερου διαλύματος) και επομένως είναι όξινο διάλυμα.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1.α) Έστω ότι η ποσότητα του μίγματος (M) που ζυγίζει $21,2 \text{ g}$, αποτελείται από $x \text{ mol}$ του αλκανίου X ($\text{C}_v\text{H}_{2v+2}$; $M_r = 14v + 2$) και $y \text{ mol}$ του αλκινίου Ψ ($\text{C}_k\text{H}_{2k+2}$; $M_r = 14k + 2$).

Είναι $m_{\text{ολ}} = 21,2 \text{ g}$, άρα $x \cdot (14v + 2) + y \cdot (14k + 2) = 21,2 \quad (1)$

Τα συνολικά mol αυτής της ποσότητας μίγματος είναι $n_{\text{ολ}} = \frac{11,2}{22,4} \text{ mol}$, επομένως θα

ισχύει $x + y = 0,5 \quad (1)$.

Η ποσότητα του Br_2 που αντιδρά πλήρως με το μίγμα, είναι $n_{\text{Br}_2} = c \cdot V = 0,4 \text{ mol}$.

Με το Br_2 αντιδρά μόνο το αλκίνιο: $\text{C}_k\text{H}_{2k+2} + 2 \text{Br}_2 \longrightarrow \text{C}_k\text{H}_{2k+2}\text{Br}_4$
 $Y \text{ mol} \quad ; = 2y \text{ mol}$

Επομένως: $2y = 0,4$ ή $y = 0,2$, οπότε από την (1) προκύπτει: $x = 0,3$

Δηλαδή, η αναλογία mol αλκανίου X και αλκινίου Ψ στο μίγμα είναι: $\frac{x}{y} = \frac{0,3}{0,2} = \frac{3}{2}$.

β) Κατά τη διαβίβαση του μίγματος με περίσσεια H_2 μέσα από θερμαινόμενο σωλήνα που περιέχει καταλύτη Ni, το αλκίνιο αντιδρά με το H_2 και μετατρέπεται σε αλκάνιο. Εφόσον δε, στην έξοδο του σωλήνα λαμβάνεται μόνο μία οργανική ένωση, συμπεραίνουμε ότι τα X, Ψ έχουν την ίδια ανθρακική αλυσίδα, οπότε το αλκίνιο Ψ με πλήρη υδρογόνωση μετατρέπεται στο αλκάνιο X. Δηλαδή είναι $v = k$.

Αντικαθιστώντας στην (1) $x = 0,3$, $y = 0,2$ και $v = k$ προκύπτει:

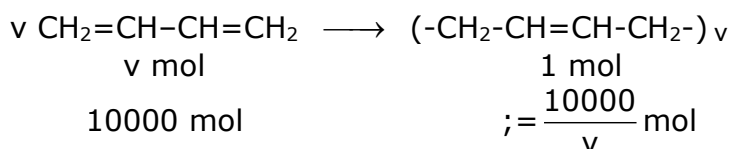
$$0,3 \cdot (14v + 2) + 0,2 \cdot (14v + 2) = 21,2 \Rightarrow \dots v = k = 3$$

Επομένως X: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ και Ψ: $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CH}$

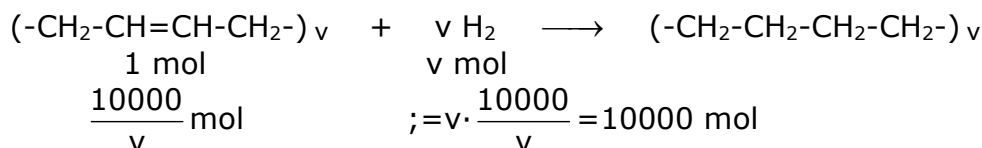
Γ2.α) E1: $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ E2: $(-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-)_v$

Πολυμερισμός της E1: $v \text{ CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 \longrightarrow (-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-)_v$

β) Η ποσότητα του $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ ($M_r = 54$) είναι $n = \frac{540000}{54} = 10000 \text{ mol}$.



Η ποσότητα του παραγόμενου πολυμερούς αντιδρά πλήρως με H_2 :



Επομένως, απαιτείται όγκος H_2 : $V=10000 \cdot 22,4=224000 \text{ L (STP)}$.

γ) Στο διάλυμα Br_2 16% w/v: 100 mL διαλύματος περιέχουν 16 g Br_2
800 mL διαλύματος περιέχουν ;=128 g Br_2

Αυτή η ποσότητα Br_2 ($M_r=160$) είναι $n=\frac{128}{160}=0,8 \text{ mol}$.

Η ποσότητα του $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ ($M_r=54$) είναι $n=\frac{27}{54}=0,5 \text{ mol}$

Η πλήρης αντίδραση του $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ με το Br_2 περιγράφεται από τη χημική εξίσωση: $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + 2 \text{ Br}_2 \longrightarrow \text{CH}_2\text{Br}-\text{CHBr}-\text{CHBr}-\text{CH}_2\text{Br}$
Σύμφωνα με αυτή, τα 0,5 mol $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ αντιδρούν πλήρως με 1 mol Br_2 , δηλαδή μπορούν να αποχρωματίσουν πλήρως μέχρι 1 mol Br_2 .
Επομένως, το διάλυμα που περιέχει 0,8 mol Br_2 , θα αποχρωματιστεί πλήρως.

Γ3. Έστω x mol HCl σε κάθε μέρος του μίγματος, οπότε $3x$ mol θα είναι η αντίστοιχη ποσότητα HI . Δηλαδή, συνολικά $2x$ mol HCl και $6x$ mol HI .

α) 1^ο μέρος: x mol HCl και $3x$ mol HI

Το διάλυμα που προκύπτει έχει $V=0,4 \text{ L}$, άρα $c_{\text{HCl}}=\frac{x}{0,4} \text{ M}$ και $c_{\text{HI}}=\frac{3x}{0,4} \text{ M}$.

Και τα δύο οξέα είναι ισχυρά:



Δίνεται ότι το διάλυμα έχει $\text{pH}=0$, δηλαδή $[\text{H}_3\text{O}^+]=1 \text{ M}$, επομένως θα ισχύει:

$$\frac{x}{0,4} + \frac{3x}{0,4} = 1 \quad \text{ή} \quad x=0,1$$

Το αρχικό μίγμα περιείχε $2x=0,2 \text{ mol HCl}$ και $6x=0,6 \text{ mol HI}$.

β) 2^ο μέρος: 0,1 mol HCl και 0,3 mol HI

Η ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση για την αντίδραση του HI με το διάλυμα $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ είναι: $14\text{HI} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \longrightarrow 3\text{I}_2 + 2\text{CrI}_3 + 2\text{KI} + 7\text{H}_2\text{O}$

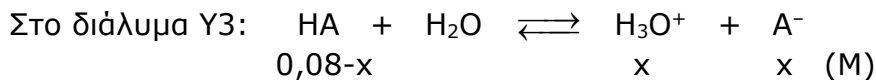
Σύμφωνα με αυτή, τα 0,3 mol HI αντιδρούν πλήρως με $\frac{0,3}{14} \text{ mol K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

Στο διάλυμα του $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$: $c=\frac{n}{V}$ άρα $V=\frac{n}{c}=\frac{0,3/14 \text{ mol}}{1/7 \text{ mol/L}}=0,15 \text{ L}$

Απαιτούνται λοιπόν 0,15 L ή 150 mL διαλύματος $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ $\frac{1}{7} \text{ M}$.

ΘΕΜΑ Α

α) Η ωσμωτική πίεση του διαλύματος Y1 είναι: $\Pi_1 = c_1 RT = 0,1 RT$ (1)



Για τον υπολογισμό της ωσμωτικής πίεσης, πρέπει να υπολογίσουμε τη συνολική συγκέντρωση διαλυμένων σωματιδίων, δηλαδή μορίων HA και ιόντων H_3O^+ και A^- . Είναι $[\text{HA}] = (0,08-x)$ M και $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{A}^-] = x$ M, επομένως η συνολική συγκέντρωση διαλυμένων σωματιδίων είναι $c_{\text{ολ}(3)} = 0,08-x+x+x = (0,08+x)$ M.

Η ωσμωτική πίεση του διαλύματος Y3 είναι: $\Pi_3 = c_{\text{ολ}(3)} RT = (0,08+x) RT$ (2)

Τα διαλύματα Y1, Y3 είναι ισοτονικά, δηλαδή έχουν την ίδια ωσμωτική πίεση, στην ίδια θερμοκρασία, επομένως από τις (1) και (2) προκύπτει $0,08+x=0,1$ ή $x=0,02$.

Είναι $K_a \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{0,02 \cdot 0,02}{0,06} = \frac{2}{3} \cdot 10^{-2}$ (ΠΡΟΣΟΧΗ: ΔΕΝ γίνονται προσεγγίσεις!)

Ο βαθμός ιοντισμού του HA στο διάλυμα Y3 είναι $\alpha = \frac{x}{0,08} = \frac{0,02}{0,08} = 0,25$ ή 25%.

β) Υπολογίζουμε τη συγκέντρωση του διαλύματος Y2 (ουρία 0,2% w/v) σε συνάρτηση με τη σχετική μοριακή μάζα της ουρίας. Έστω $M_r = x$:

Σε 100 mL ή $V = 0,1$ L διαλύματος περιέχονται 0,2 g ή $n = \frac{0,2}{x}$ mol ουρίας

Επομένως $c_2 = \frac{0,2/x \text{ mol}}{0,1 \text{ L}} = \frac{2}{x}$ M

Στην αρχική κατάσταση του συστήματος οι όγκοι των δύο τμημάτων A και B είναι ίσοι: $V_A = V_B = V$ (όπου 2V ο συνολικός όγκος του δοχείου)

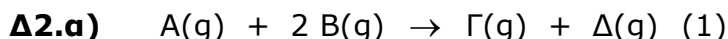
Οι ποσότητες των διαλυμένων ουσιών στα δύο τμήματα του δοχείου είναι αντίστοιχα $n_{\text{ΓΛΥΚΟΖΗΣ}} = c_1 \cdot V_A = 0,1 \cdot V$ mol και $n_{\text{ΟΥΡΙΑΣ}} = c_2 \cdot V_B = \frac{2}{x} \cdot V$ mol.

Στην τελική κατάσταση, ο όγκος του τμήματος A είναι $V_A' = 1,5 \cdot V$ (αφού το μήκος του τμήματος αυτού αυξήθηκε από 10 cm σε 15 cm), ενώ ο όγκος του τμήματος B είναι $V_B' = 0,5 \cdot V$ (αφού το μήκος του τμήματος αυτού μειώθηκε από 10 cm σε 5 cm).

Το σύστημα ισορροπεί, όταν οι συγκεντρώσεις στα δύο μέρη γίνουν ίσες: $c_2' = c_2'$. Οι ποσότητες των δύο ουσιών στα δύο μέρη δεν έχουν μεταβληθεί, καθώς μέσα από τους πόρους της μεμβράνης διέρχονται μόνο μόρια νερού. Επομένως:

$$c_2' = c_2' \Rightarrow \frac{n_{\text{ΓΛΥΚΟΖΗΣ}}}{V_A'} = \frac{n_{\text{ΟΥΡΙΑΣ}}}{V_B'} \Rightarrow \frac{0,1 \cdot V}{1,5 \cdot V} = \frac{\frac{2}{x} \cdot V}{0,5 \cdot V} \Rightarrow x = 60$$

Δηλαδή, η ζητούμενη σχετική μοριακή μάζα της ουρίας είναι $M_r = 60$.



Ο νόμος της ταχύτητας έχει τη μορφή: $u = k \cdot [\text{A}]^x \cdot [\text{B}]^y$

Δίνεται ότι ο διπλασιασμός της αρχικής συγκέντρωσης του B δεν επηρεάζει την αρχική ταχύτητα (u_0) της αντίδρασης. Επομένως, η τάξη της αντίδρασης ως προς το αντιδρών B είναι μηδενική: $u = k \cdot [\text{A}]^x$

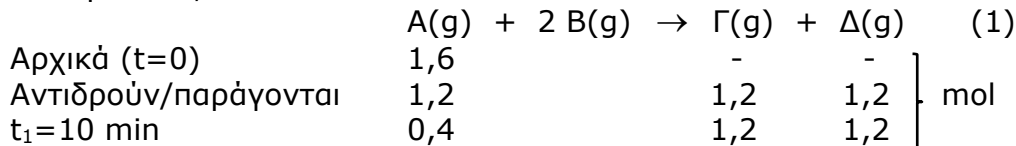
Αν διπλασιάσουμε τις αρχικές συγκεντρώσεις των A και B, η u_0 της αντίδρασης διπλασιάζεται. Αφού η μεταβολή της [B] δεν επηρεάζει την ταχύτητα, συμπεραίνουμε ότι ο διπλασιασμός της (u_0) οφείλεται στον διπλασιασμό της αρχικής [A]. Επομένως, η αντίδραση είναι πρώτης τάξης ως προς το αντιδρών A.

Τελικά, ο νόμος ταχύτητας της αντίδρασης είναι: $u=k\cdot[A]$

Από τον νόμο ταχύτητας συμπεραίνουμε ότι η αντίδραση είναι πολύπλοκη. Αν ήταν απλή, τότε οι εκθέτες των συγκεντρώσεων των αντιδρώντων στον νόμο ταχύτητας θα ήταν ίσοι με τους αντίστοιχους στοιχειομετρικούς συντελεστές των δύο αντιδρώντων στη χημική εξίσωση που περιγράφει την αντίδραση. Δηλαδή, ο νόμος ταχύτητας θα ήταν: $u=k\cdot[A]\cdot[B]^2$

β) Η αρχική ποσότητα του Α είναι $n_A=[A]\cdot V=0,8\cdot 2=1,6$ mol.

Τη χρονική στιγμή $t_1=10$ min, έχουν παραχθεί 1,2 mol Δ, επομένως έχουν αντιδράσει 1,2 mol Α:



Τη χρονική στιγμή $t_1=10$ min είναι $[A]=\frac{0,4 \text{ mol}}{2 \text{ L}}=0,2 \text{ M}$, επομένως από τον νόμο ταχύτητας υπολογίζουμε την ταχύτητα της αντίδρασης εκείνη τη στιγμή:

$$u=k\cdot[A]=(0,5 \text{ min}^{-1})\cdot(0,2 \text{ M})=0,1 \text{ M}\cdot\text{min}^{-1}$$

Για την ταχύτητα κατανάλωσης του Β ισχύει, από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης, ότι $u=\frac{1}{2}u_B$. Επομένως, τη χρονική στιγμή $t_1=10$ min η ταχύτητα κατανάλωσης του Β είναι $u_B=2u=0,2 \text{ M}\cdot\text{min}^{-1}$.

γ) Τη χρονική στιγμή $t_2=20$ min η αντίδραση ολοκληρώνεται, δηλαδή μηδενίζεται η συγκέντρωση του Α, αφού το Β βρίσκεται σε περίσσεια.

Επομένως, από τη χρονική στιγμή $t_1=10$ min μέχρι τη χρονική στιγμή $t_2=20$ min ($\Delta t=10$ min) η μεταβολή της συγκέντρωσης του Α είναι $\Delta[A]=0-\frac{0,4 \text{ mol}}{2 \text{ L}}=-0,2 \text{ M}$.

Έτσι, η ζητούμενη μέση ταχύτητα της αντίδρασης από $t_1=10$ min μέχρι $t_2=20$ min είναι $u=-\frac{\Delta[A]}{\Delta t}=\frac{0,2 \text{ M}}{10 \text{ min}}=0,02 \text{ M}\cdot\text{min}^{-1}$.