

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΘΕΜΑΤΩΝ ΧΗΜΕΙΑΣ 2024

ΘΕΜΑ Α

A1. β A2. α A3. α A4. δ A5. Σ – Σ – Λ – Λ – Σ

ΘΕΜΑ Β

B1.α. $_{18}\text{X}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
 $_{19}\text{Y}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$

β. X: 3^η περίοδος – τομέας p – ομάδα 18 (VIII A)
Y: 4^η περίοδος – τομέας s – ομάδα 1 (IA)

γ. Σωστό το (ii)

Από το σχήμα προκύπτει ότι

- Για τους ατομικούς αριθμούς των 4 στοιχείων ισχύει: $\Sigma_1 < \Sigma_2 < \Sigma_3 < \Sigma_4$

- Για τις E_{i1} των 4 στοιχείων ισχύει: $\Sigma_4 < \Sigma_1 < \Sigma_2 < \Sigma_3$

Η ενέργεια πρώτου ιοντισμού (E_{i1}) αυξάνεται από αριστερά προς τα δεξιά σε μια περίοδο του Π.Π. και από κάτω προς τα πάνω σε μια ομάδα του Π.Π.

Με βάση τα παραπάνω, συμπεραίνουμε για τα 4 διαδοχικά χημικά στοιχεία, ότι τα 3 πρώτα αποτελούν τα τελευταία στοιχεία της 3ης περιόδου -με ατομικούς αριθμούς 16, 17 και 18-, ενώ το 4^ο -με $Z=19$ - είναι το 1^ο στοιχείο της επόμενης περιόδου (4^{th}).

B2. $\text{CoCl}_2(\text{s}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} (1)$

α. Το $\text{CoCl}_2(\text{s})$ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση της υγρασίας, καθώς αν τοποθετηθεί σε χώρο που υπάρχει υγρασία, απορροφά υδρατμούς, σύμφωνα με την (1) και μετατρέπεται σε $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, το οποίο έχει διαφορετικό χρώμα.

Αν, δηλαδή, σε κάποιον χώρο τοποθετήσουμε ποσότητα $\text{CoCl}_2(\text{s})$ και διαπιστώσουμε ότι με την πάροδο του χρόνου το χρώμα του μετατρέπεται από μπλε σε ροδόχροο, θα συμπεράνουμε ότι στον χώρο αυτόν υπάρχει υγρασία.

β. Εφόσον με την αύξηση της θερμοκρασίας το χρώμα του στερεού γίνεται μπλε, συμπεραίνουμε ότι η Χ.Ι. μετατοπίστηκε προς τα αριστερά. Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, η αύξηση της θερμοκρασίας ευνοεί την ενδόθερμη κατεύθυνση της αντίδρασης. Επομένως, η προς τα αριστερά αντίδραση είναι ενδόθερμη, οπότε η προς τα δεξιά θα είναι εξώθερμη.

B3.α. Το $_{3}\text{Li}$ (K^2L^1) είναι αλκάλιο, δηλαδή μέταλλο της ομάδας 1 (IA), οπότε σχηματίζει με το H (αμέταλλο) ιοντικό δεσμό.

Ο ιοντικός δεσμός είναι πολύ ισχυρός δεσμός, με συνέπεια οι ιοντικές ενώσεις να είναι στερεά κρυσταλλικά σώματα με υψηλά σημεία τήξεως και βρασμού.

β. Μεταξύ των μορίων του HF (πολικά μόρια με δεσμό H-F) ασκούνται δεσμοί υδρογόνου και δυνάμεις London. Μεταξύ των μορίων του HCl, όπως και μεταξύ των μορίων του HBr (πολικά μόρια χωρίς δεσμό H-F, O, N), ασκούνται δυνάμεις διπόλου-διπόλου και δυνάμεις London.

Το HF παρουσιάζει το υψηλότερο σ.β., επειδή μεταξύ των μορίων του αναπτύσσονται δεσμοί υδρογόνου, πολύ ισχυρότεροι από τις δυνάμεις διπόλου-διπόλου και London που ασκούνται μεταξύ των μορίων HCl ή HBr.

γ. Η διπολική ροπή των μορίων HCl είναι μεγαλύτερη αυτής των μορίων HBr (αφού το Cl έχει μεγαλύτερη ηλεκτραρνητικότητα από το Br), με συνέπεια οι δυνάμεις διπόλου-διπόλου να είναι ισχυρότερες στο HCl, όμως το HBr έχει $M_r = 81$, δηλαδή υπερδιπλάσια αυτής του HCl ($M_r = 36,5$), με συνέπεια οι δυνάμεις London να είναι πολύ πιο ισχυρές στο HBr. Προφανώς, η

συνολική ισχύς των διαμοριακών δυνάμεων (διπόλου-διπόλου και London) είναι μεγαλύτερη στο HBr και γι' αυτό το HBr έχει υψηλότερο σ.β από το HCl.

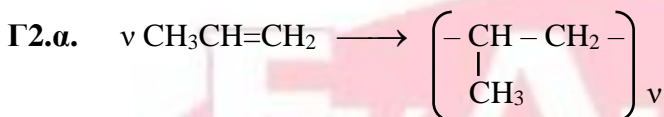
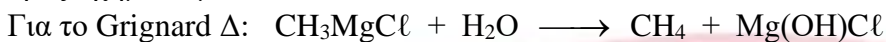
B4. Η θερμοκρασία T_1 είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία T_2 .

Με την αύξηση της θερμοκρασίας, αυξάνεται η κινητική ενέργεια των μορίων του συστήματος, με συνέπεια η καμπύλη της κατανομής να μετατοπίζεται προς τα δεξιά (μεγαλύτερες τιμές κινητικής ενέργειας) -χωρίς όμως να μεταβάλλεται το εμβαδόν της επιφάνειας που περικλείεται από την καμπύλη της κατανομής και τον άξονα της $E_{κιν}$, αφού αυτό μας δίνει το πλήθος των μορίων του συστήματος, το οποίο παραμένει σταθερό.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1.α. A: CH₂O B: CH₃OH Γ: CH₃Cl Δ: CH₃MgCl
 E: CH₃CH₂OH Z: CH₂=CH₂ Θ: CH₃COOH K: CH₃COONa
 Λ: CHBr₃ M: HCOOK

β. Ο αιθέρας που χρησιμοποιείται κατά τη σύνθεση των αντιδραστηρίων Grignard πρέπει να είναι απόλυτος, δηλαδή να μην περιέχει ίχνος νερού, επειδή τα Grignard αντιδρούν με το νερό προς σχηματισμό αλκανίου.



β. Σύμφωνα με την παραπάνω χημική εξίσωση, όταν πολυμερίζεται ποσότητα 1 mol προπενίου παράγονται $1/v$ mol πολυμερούς.

Το διάλυμα που προκύπτει έχει όγκο $V=1L$, θερμοκρασία $T=273+27=300K$, ωσμωτική πίεση $\Pi=0,0246atm$ και περιέχει $n=1/v$ mol πολυμερούς.

$$\text{Ισχύει } \Pi = \frac{n \cdot R \cdot T}{V} \Rightarrow 0,0246 = \frac{\frac{1}{v} \cdot 0,082 \cdot 300}{1} \Rightarrow v=1000$$

Δηλαδή, κάθε μόριο πολυμερούς σχηματίζεται από 1000 μόρια μονομερούς.

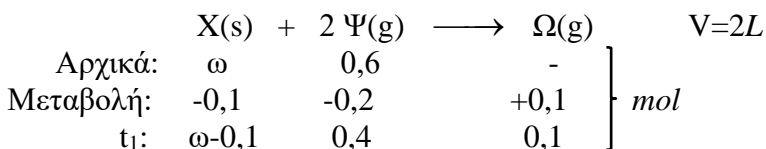
γ. Στο μόριο $\overset{3}{C}H_3\overset{2}{C}H=\overset{1}{C}H_2$:

- τα άτομα $\overset{1}{C}$ και $\overset{2}{C}$ εμφανίζουν υβριδικά τροχιακά sp^2 , καθώς σχηματίζουν 1 διπλό και δύο απλούς δεσμούς, δηλαδή 3σ και 1π δεσμούς,

- το άτομο $\overset{3}{C}$ εμφανίζει υβριδικά τροχιακά sp^3 , καθώς σχηματίζει 4 απλούς δεσμούς, δηλαδή 4σ δεσμούς.

Στην επαναλαμβανόμενη δομική μονάδα του πολυμερούς, όλα τα άτομα C εμφανίζουν υβριδικά τροχιακά sp^3 , καθώς σχηματίζουν 4 απλούς δεσμούς, δηλαδή 4σ δεσμούς.

Γ3.α. Έστω ω mol η αρχική ποσότητα του στερεού X. Μέχρι τη χρονική στιγμή t_1 έχουν παραχθεί 0,1 mol Ω, άρα έχουν αντιδράσει 0,1 mol X και 0,2 mol Ψ:



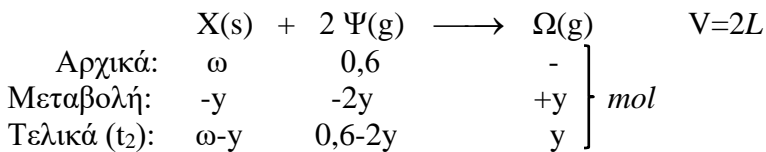
Η αντίδραση είναι απλή, επομένως ο νόμος ταχύτητας είναι: $v=k \cdot [\Psi]^2$

Τη χρονική στιγμή t_1 είναι $[\Psi] = \frac{0,4 \text{ mol}}{2L} = 0,2M$, οπότε $v = 10^{-3} \cdot (0,2)^2 = 4 \cdot 10^{-5} M \cdot s^{-1}$

β. Είναι $v = -\frac{1}{2} \frac{d[\Psi]}{dt} = \frac{1}{2} v_{\Psi}$, οπότε $v_{\Psi} = 2v$.

Έτσι, τη χρονική στιγμή t_1 : $v_{\Psi} = 2 \cdot (4 \cdot 10^{-5} M \cdot s^{-1}) = 8 \cdot 10^{-5} M \cdot s^{-1}$

γ. Από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι τη χρονική στιγμή t_2 , που αυτή ολοκληρώνεται:



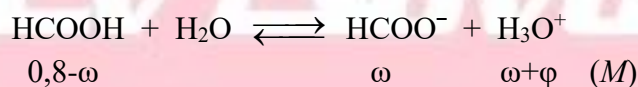
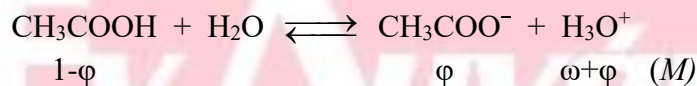
Τη χρονική στιγμή t_2 : $n_{\text{ολ αερίων}} = 0,4 \text{ mol}$, άρα $0,6 - 2y + y = 0,4$ και τελικά $y = 0,2$.

Έχουμε τότε στο δοχείο: $n_{\Psi} = 0,6 - 0,4 = 0,2 \text{ mol}$ και $n_{\Omega} = y = 0,2 \text{ mol}$

Για την ποσότητα του στερεού X στην τελική κατάσταση, σκεπτόμαστε ως εξής: Εφόσον η αντίδραση είναι μονόδρομη και περισσεύει το αντιδρών Ψ, οπωσδήποτε το άλλο αντιδρών X θα έχει εξαντληθεί -αλλιώς η αντίδραση θα συνεχιζόταν. Άρα τελικά δεν υπάρχει ποσότητα του στερεού X στο δοχείο.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Στο διάλυμα αποκαθίστανται οι ισορροπίες:



$$K_{\alpha \text{ CH}_3\text{COOH}} = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \Rightarrow 10^{-5} \approx \frac{\varphi \cdot (\omega+\varphi)}{1} \Rightarrow \varphi \cdot (\omega+\varphi) = 10^{-5} \quad (1)$$

$$K_{\alpha \text{ HCOOH}} = \frac{[\text{HCOO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCOOH}]} \Rightarrow 10^{-4} \approx \frac{\omega \cdot (\omega+\varphi)}{0,8} \Rightarrow \omega \cdot (\omega+\varphi) = 8 \cdot 10^{-5} \quad (2)$$

Προσθέτοντας κατά μέλη τις (1) και (2), προκύπτει $(\omega+\varphi)^2 = 9 \cdot 10^{-5}$ και τελικά $\omega+\varphi = 3 \cdot 10^{-2,5}$. Δηλαδή $[\text{H}_3\text{O}^+] = 3 \cdot 10^{-2,5} M$.

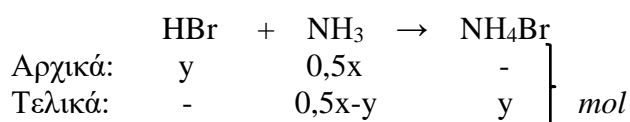
Δ2.α. Ο μέγιστος όγκος του ζητούμενου διαλύματος θα παρασκευαστεί, όταν το ένα τουλάχιστον από τα δύο διαλύματα χρησιμοποιηθεί ολόκληρο. (αν περισσεύαν ποσότητες και από τα δύο διαλύματα, τότε, προφανώς, θα μπορούσαμε να παρασκευάσουμε κι άλλη ποσότητα του ζητούμενου διαλύματος)

Για να βρούμε τον ζητούμενο μέγιστο όγκο, θα βρούμε πρώτα την αναλογία όγκων με την οποία πρέπει να αναμιχθούν τα δύο διαλύματα, για να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα με $\text{pH}=9$.

Έστω λοιπόν ότι πρέπει να αναμιξούμε $x L$ του διαλύματος Y1 και $y L$ του διαλύματος Y2, με $x \leq 0,1$, $y \leq 0,1$, ενώ ένα τουλάχιστον από τα x , y θα είναι ίσο με 0,1.

Είναι: $n_{\text{HBr}} = 1 \cdot y = y \text{ mol}$ και $n_{\text{NH}_3} = 0,5x \text{ mol}$

Για να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα, πρέπει να περισσέψει η ασθενής βάση NH_3 :



Το τελικό Ρ.Δ. περιέχει NH_3 με $c_\beta = \frac{0,5x - y}{x + y} M$ και NH_4^+ με $c_{\text{οξ}} = \frac{y}{x + y} M$.

Το Ρ.Δ. έχει $\text{pH}=9$, οπότε $\text{pOH}=5$, δηλαδή $[\text{OH}^-]=10^{-5}M$.

Είναι $[\text{OH}^-]=K_b \cdot \frac{c_\beta}{c_{\text{οξ}}}$ και με αντικατάσταση προκύπτει $10^{-5}=10^{-5} \cdot \frac{0,5x - y}{y} \Rightarrow$

$$\Rightarrow y = 0,5x - y \Rightarrow 2y = 0,5x \text{ ή } x=4y \text{ (1)}$$

Εφόσον $y < x \leq 0,1$ και ένα τουλάχιστον από τα x, y πρέπει να είναι ίσο με $0,1$, προκύπτει ότι $x=0,1$, οπότε από την (1) το $y=0,025$.

Δηλαδή, ο μέγιστος όγκος του ζητούμενου διαλύματος θα σχηματιστεί αν αναμιξούμε $0,1L$ του διαλύματος Y1 και $0,025L$ του διαλύματος Y2.

Άρα μπορούμε να παρασκευάσουμε το πολύ $0,125L$ ή $125mL$ ρυθμιστικού διαλύματος με $\text{pH}=9$.

β. Στο διάλυμα αποκαθίσταται η ισορροπία: $\text{H}\Delta + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \Delta^-$
 $\text{c-x} \qquad \qquad \qquad 10^{-9}M \qquad \qquad \qquad x$

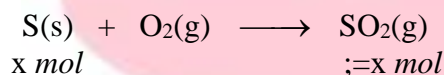
(όπου c η συγκέντρωση του δείκτη $\text{H}\Delta$ στο διάλυμα και x το μέρος αυτής που ιοντίζεται)

$$K_{\alpha \text{H}\Delta} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\Delta^-]}{[\text{H}\Delta]} \Rightarrow 10^{-9} = \frac{10^{-9} \cdot x}{c-x} \Rightarrow c-x=x \text{ ή } c=2x$$

Ο βαθμός ιοντισμού του δείκτη είναι $\alpha = \frac{x}{c} = \frac{x}{2x} = \frac{1}{2}$ ή 50% .

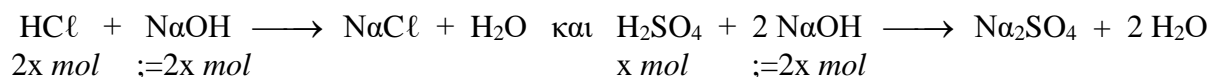
Δ3.α. $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{aq}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\ell) \longrightarrow 2 \text{HCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ (1)

β. Έστω $x \text{ mol}$ η ποσότητα καθαρού S στο δείγμα. Αυτή η ποσότητα αντιδρά με O_2 :



Τα $x \text{ mol SO}_2(\text{g})$ όταν αντιδρούν πλήρως με $\text{Cl}_2(\text{aq})$, δίνουν, σύμφωνα με τη στοιχειομετρία της (1), $2x \text{ mol HCl}$ και $x \text{ mol H}_2\text{SO}_4$.

Τα δύο οξέα εξουδετερώνονται πλήρως από NaOH :



Απαιτούνται συνολικά $2x+2x=4x \text{ mol NaOH}$.

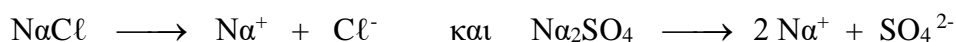
Όμως, η ποσότητα του NaOH που αντέδρασε ήταν $n=cV=0,5 \cdot 2=1 \text{ mol}$, άρα $4x=1$ ή $x=0,25$.

Το αρχικό δείγμα λοιπόν, περιείχε $0,25 \text{ mol}$ καθαρού S ($A_r=32$) ή $0,25 \cdot 32=8 \text{ g S}$.

Δηλαδή, στα 10 g του δείγματος περιέχονταν 8 g καθαρού S, οπότε η ζητούμενη περιεκτικότητα

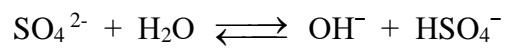
$$\text{είναι } \frac{8}{10} \cdot 100\% = 80\% \text{ w/w.}$$

γ. Το τελικό διάλυμα περιέχει μόνο τα άλατα NaCl και Na_2SO_4 , τα οποία δίστανται στα ιόντα τους:



Τα ιόντα Na^+ και Cl^- δεν αντιδρούν με το νερό, καθώς προέρχονται από την ισχυρή βάση NaOH και το ισχυρό οξύ HCl αντίστοιχα.

Αντίθετα το ιόν SO_4^{2-} αντιδρά με το νερό, ως συζυγής βάση του ασθενούς οξέος HSO_4^- :



Από την τελευταία αντίδραση παράγονται υδροξείδια (OH^-), επομένως το διάλυμα είναι αλκαλικό.

