

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑΤΟΣ (10/05/20)

ΘΕΜΑ Α

A1. α

A2. γ

A3. β ($v' = 2^3 v$, άρα $\Delta\theta = 3 \cdot 10 = 30^\circ\text{C}$)

A4. γ (το διάλυμα HCl έχει μικρότερη c , άρα $n_{\text{HCl}} < n_{\text{CH}_3\text{COOH}}$)

A5. Λ – Σ – Σ – Λ – Λ

ΘΕΜΑ Β

B1. Η καμπύλη Y δείχνει παραγωγή μεγαλύτερης ποσότητας O_2 με μικρότερη αρχική ταχύτητα αντίδρασης (η κλίση της καμπύλης X είναι μεγαλύτερη από αυτή της Y στην έναρξη της αντίδρασης).

Τα δύο παραπάνω χαρακτηριστικά δικαιολογούνται μόνο με τη μεταβολή (2), δηλαδή την προσθήκη διαλύματος H_2O_2 0,1 M:

- Εφόσον προσθέτουμε επιπλέον ποσότητα H_2O_2 θα αντιδράσει και μεγαλύτερη ποσότητα H_2O_2 και θα παραχθεί μεγαλύτερος όγκος O_2 .
- Εφόσον στο αρχικό διάλυμα H_2O_2 1 M προσθέτουμε διάλυμα H_2O_2 0,1 M, η συγκέντρωση του διαλύματος που προκύπτει θα είναι μικρότερη από 1 M, οπότε θα είναι μικρότερη και η ταχύτητα έναρξης της αντίδρασης.

B2.a) i. Οι ενώσεις των στοιχείων μιας ομάδας του Περιοδικού Πίνακα με το υδρογόνο, παρουσιάζουν κανονική αύξηση του σημείου βρασμού με την αύξηση της M_r . Με την αύξηση της M_r αυξάνεται η ισχύς των δυνάμεων διασποράς που ασκούνται μεταξύ των μορίων κάθε ουσίας, οπότε αυξάνεται και το σημείο βρασμού.

ii. Η ανωμαλία που παρατηρείται στις ενώσεις των στοιχείων της ομάδας 15 με το υδρογόνο, οφείλεται στο ότι μεταξύ των μορίων της NH_3 αναπτύσσονται δεσμοί υδρογόνου. Έτσι η NH_3 έχει υψηλότερο σημείο βρασμού από τις ενώσεις PH_3 , AsH_3 , οι οποίες έχουν μεγαλύτερη M_r από την NH_3 .

(ΒΕΔ σελ. 313)

β) Τα O_2 και N_2 δεν παρουσιάζουν πολικότητα, ενώ τα μόρια του NO είναι πολικά και η M_r του παραπλήσια με αυτές των άλλων δύο. Επομένως οι διαμοριακές δυνάμεις ανάμεσα στα μόρια του NO (διπόλου-διπόλου) είναι ισχυρότερες σε σχέση με τα O_2 και N_2 (δυνάμεις διασποράς), οπότε το σ.β. του NO είναι υψηλότερο.

Μεταξύ των O_2 και N_2 , που τα μόριά τους είναι μη πολικά, οι δυνάμεις διασποράς είναι ισχυρότερες στο O_2 που έχει μεγαλύτερη M_r , γι' αυτό το O_2 έχει υψηλότερο σ.β. από το N_2 .

B3.a) ΣΩΣΤΟ το (ii)

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ: Οι υποκαταστάτες -F και -OH προκαλούν -I επαγωγικό φαινόμενο αυξάνοντας την ισχύ του οξέος, επομένως ισχυρότερα είναι τα οξέα $\text{CH}_2(\text{OH})\text{COOH}$ και CH_2FCOOH . Ισχυρότερο -I επαγωγικό φαινόμενο προκαλεί το -F, άρα ισχυρότερο είναι το CH_2FCOOH .

Οι υποκαταστάτες CH_3- και CH_3CH_2- προκαλούν +I επαγωγικό φαινόμενο μειώνοντας την ισχύ του οξέος. Ισχυρότερο +I επαγωγικό φαινόμενο προκαλεί το CH_3CH_2- επομένως το $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ είναι ασθενέστερο από το CH_3COOH .

β) (Y1) → pH=4 (Y2) → pH=4,5 (Y3) → pH=6

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ: Στα οξυγονούχα οξέα HO-Cl, HO-Br, HO-I, το άτομο αλογόνου προκαλεί -I επαγωγικό φαινόμενο αυξάνοντας την ισχύ του οξέος.

Η σειρά αύξησης του -I επαγωγικού φαινομένου είναι $-I < -Br < -Cl$, επομένως η ισχύς των οξέων αυξάνεται κατά τη σειρά: $HIO < HBrO < HClO$

Εφόσον τα τρία διαλύματα έχουν ίδια c, την μικρότερη τιμή pH θα έχει το διάλυμα που περιέχει το ισχυρότερο οξύ, δηλαδή το HClO, και τη μεγαλύτερη το διάλυμα που περιέχει το ασθενέστερο οξύ, δηλαδή το HIO.

B4.α) (i) αύξηση (ii) σταθερή (iii) μείωση (iv) αύξηση

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ του (iii): Με την επίδραση της ακτινοβολίας UV ευνοείται η διάσπαση των ιόντων ClO^- σύμφωνα με τη 2^η αντίδραση. Έτσι, μειώνεται η $[ClO^-]$ στο 1^ο μέλος της πρώτης αντίδρασης, οπότε, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα αριστερά και η συγκέντρωση $[HClO]$ μειώνεται.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1.α) Η ποσότητα του αιθενίου είναι $n = \frac{224}{22,4} = 10 \text{ mol}$

Σύμφωνα με την αντίδραση πολυμερισμού, παράγονται $\frac{10}{v}$ mol πολυμερούς.

Ισχύει $PV = nRT$, οπότε με αντικατάσταση προκύπτει: $0,0164 \cdot 10 = \frac{10}{v} \cdot 0,082 \cdot 400$ και τελικά $v = 2000$.

β) Έστω m g η μάζα της γλυκερίνης στο αρχικό διάλυμα και $M_r = x$ η σχετική μοριακή μάζα της γλυκερίνης.

Ισχύει: $PV = nRT$ άρα $4,1 \cdot 0,3 = \frac{m}{x} \cdot 0,082 \cdot 300$ (1)

Μετά την προσθήκη των 4,6 g γλυκερίνης, η μάζα της είναι $m' = (m + 4,6)$ g, ενώ η οσμωτική πίεση του διαλύματος έχει γίνει 8,2 atm. Οπότε: $8,2 \cdot 0,3 = \frac{m + 4,6}{x} \cdot 0,082 \cdot 300$ (2)

Διαιρώντας κατά μέλη τις (2) και (1) προκύπτει: $2 = \frac{m + 4,6}{m} \Rightarrow m = 4,6$

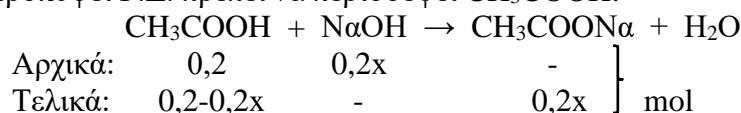
Αντικαθιστώντας στην (1): $4,1 \cdot 0,3 = \frac{4,6}{x} \cdot 0,082 \cdot 300 \Rightarrow x = 92$

Δηλαδή, η σχετική μοριακή μάζα της γλυκερίνης είναι $M_r = 92$.

Γ2.α) 1^ο μέρος: 0,2 mol CH_3COOH

Έστω x L ο απαιτούμενος όγκος διαλύματος NaOH 0,2 M, οπότε $n_{NaOH} = 0,2x$ mol.

Για να προκύψει P.Δ. πρέπει να περισσέψει CH_3COOH :



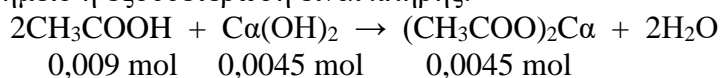
P.Δ. $CH_3COOH - CH_3COONa$: $[H_3O^+] = K_a \frac{c_{\alpha}}{c_{\beta}} \dots \Rightarrow 10^{-5} = 10^{-5} \frac{0,2 - 0,2x}{0,2x}$ και τελικά

$x = 0,5$. Δηλαδή απαιτούνται 0,5 L διαλύματος NaOH 0,2 M.

β) 2^ο μέρος: 0,2 mol CH₃COOH

Το Υ2 έχει όγκο 2 L, άρα c=0,1 M. Στα 90 mL ή 0,09 L του Υ2 περιέχονται 0,009 mol CH₃COOH.

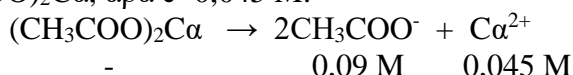
Στο ισοδύναμο σημείο η εξουδετέρωση είναι πλήρης:



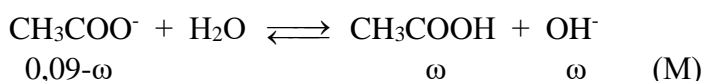
β1. Απαιτήθηκαν 0,0045 mol Ca(OH)₂, επομένως καταναλώθηκε όγκος διαλύματος:

$$V = \frac{0,0045 \text{ mol}}{0,45 \text{ mol/L}} = 0,01 \text{ L} \quad \text{ή} \quad 10 \text{ mL}$$

β2. Το διάλυμα στο ισοδύναμο σημείο έχει όγκο 0,09+0,01=0,1 L και περιέχει 0,0045 mol (CH₃COO)₂Ca, άρα c=0,045 M.



Μόνο το ανιόν αντιδρά με το νερό:

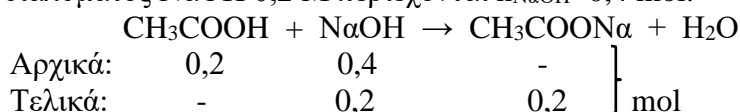


$$K_{\text{b CH}_3\text{COO}^-} = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \Rightarrow 10^{-9} \approx \frac{\omega^2}{0,09-\omega} \Rightarrow \omega^2 = 9 \cdot 10^{-11} \quad \text{ή} \quad \omega = 3 \cdot 10^{-5,5}$$

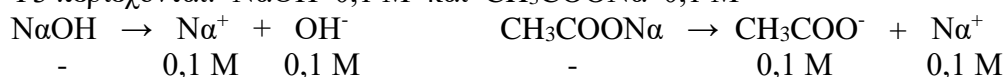
Δηλαδή στο ισοδύναμο σημείο είναι [OH⁻]=3·10^{-5,5} M

γ) 3^ο μέρος: 0,2 mol CH₃COOH

Στα 2 L διαλύματος NaOH 0,2 M περιέχονται n_{NaOH}=0,4 mol.



Στο Υ3 περιέχονται: NaOH 0,1 M και CH₃COONa 0,1 M



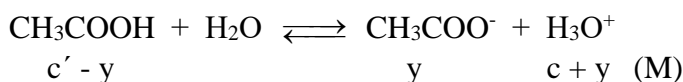
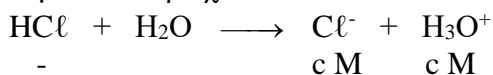
Το ανιόν CH₃COO⁻ αντιδρά με το νερό: CH₃COO⁻ + H₂O ⇌ CH₃COOH + OH⁻

$$0,1-\varphi \quad \quad \quad \varphi \quad 0,1+\varphi \quad (\text{M})$$

Είναι [OH⁻]=0,1+φ ≈ 0,1 M άρα pOH=1 και pH=13.

δ) 4^ο μέρος: 0,2 mol CH₃COOH

Προκύπτει διάλυμα που περιέχει HCl c M και CH₃COOH c'M:



$$K_{\text{a}} = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \Rightarrow 10^{-5} \approx \frac{y \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{c'}$$

Όμως $\frac{y}{c'} = \alpha = 10^{-5}$, οπότε από την (1) προκύπτει [H₃O⁺]=1 M, δηλαδή pH=0.

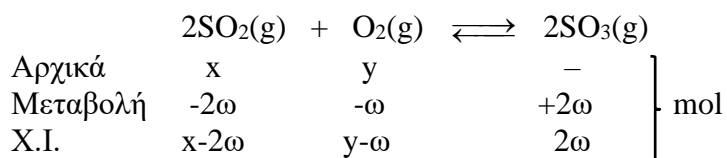
ΘΕΜΑ Δ

Δ1.α) Αύξηση της πίεσης.

- Εφόσον υπάρχουν αέρια αντιδρώντα, η αύξηση της πίεσης προκαλεί αύξηση της ταχύτητας της αντίδρασης. Αυτό συμβαίνει επειδή η αύξηση της πίεσης, η οποία επιτυγχάνεται με μείωση του όγκου του δοχείου, προκαλεί αύξηση της συγκέντρωσης των αντιδρώντων (δηλαδή ίδιος αριθμός mol αερίου σε μικρότερο όγκο)
- Αύξηση της πίεσης, η οποία επιτυγχάνεται με μείωση του όγκου του δοχείου, μετατοπίζει τη θέση της ισορροπίας προς την κατεύθυνση που μειώνονται τα συνολικά mol των αερίων, δηλαδή προς τα δεξιά. Επομένως η απόδοση της αντίδρασης θα αυξηθεί –θα παραχθούν περισσότερα mol προϊόντων από τις ίδιες ποσότητες αντιδρώντων.

β) Σύμφωνα με τη θεωρία της προσρόφησης τα αντιδρώντα μόρια προσροφώνται σε ορισμένα σημεία της επιφάνειας του καταλύτη, τα λεγόμενα **ενεργά κέντρα**. Στα σημεία αυτά παρατηρούνται αυξημένες συγκεντρώσεις των αντιδρώντων μορίων με συνέπεια την αύξηση της ταχύτητας. Ακόμη, λόγω των δυνάμεων που ασκούνται μεταξύ των προσροφημένων αερίων και του μετάλλου, κάποιοι δεσμοί στα αντιδρώντα μόρια εξασθενίζουν ή και διασπώνται, με συνέπεια να υποβοηθείται περισσότερο η αντίδραση - δηλαδή, πρακτικά, **μειώνεται η ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης**.

Δ2. Έστω αρχικά x mol SO_2 και y mol O_2 :



Στη X.I. είναι: $n_{\text{SO}_3} = 4$ mol άρα $2\omega = 4$ ή $\omega = 2$
 $n_{\text{SO}_2} = 4$ mol άρα $x - 4 = 4$ ή $x = 8$
 $n_{\text{O}_2} = 4$ mol άρα $y - 2 = 4$ ή $y = 6$

α) Στη X.I. ($V = 40$ L) είναι $[\text{SO}_2] = [\text{O}_2] = [\text{SO}_3] = 0,1$ M

$$K_c = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2[\text{O}_2]} = \frac{(0,1)^2}{(0,1)^2 \cdot 0,1} = 10$$

β) Αρχικά: 8 mol SO_2 και 6 mol O_2

γ) Αν η αντίδραση ήταν ποσοτική θα αντιδρούσαν πλήρως τα 8 mol SO_2 με 4 mol O_2 και θα παράγονταν 8 mol SO_3 (θεωρητικό ποσό). Επομένως, η απόδοση της αντίδρασης είναι: $\alpha = \frac{\text{πρακτικό ποσό } \text{SO}_3}{\text{θεωρητικό ποσό } \text{SO}_3} = \frac{4}{8} = 0,5$ ή **50%**

δ) Έστω P η πίεση και T η απόλυτη θερμοκρασία στην αρχική X.I. Ο όγκος του δοχείου είναι $V = 40$ L, ενώ $n_{\text{ολ}} = 12$ mol.

$$\text{Ισχύει } PV = n_{\text{ολ}}RT, \text{ δηλαδή: } P \cdot 40 = 12RT \quad (1)$$

Με τη μεταβολή της θερμοκρασίας και του όγκου του δοχείου, έχουμε νέα κατάσταση X.I., στην οποία $T' = 2T$, $V' = V/2$ και $P' = 4P$.

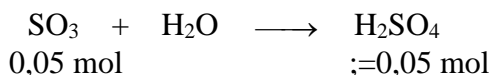
$$\text{Ισχύει } P'V' = n_{\text{ολ}}'RT', \text{ δηλαδή: } 4P \cdot 20 = n_{\text{ολ}}'RT' \quad (2)$$

Διαιρώντας τις (1) και (2) κατά μέλη προκύπτει τελικά $n_{\text{ολ}}' = 12$ mol.

Εφόσον η πραγματοποίηση της αντίδρασης συνοδεύεται από μεταβολή στο $n_{\text{ολ}}$ των αερίων, το γεγονός ότι δεν μεταβλήθηκε το $n_{\text{ολ}}$ μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι δεν είχαμε μετατόπιση της X.I.

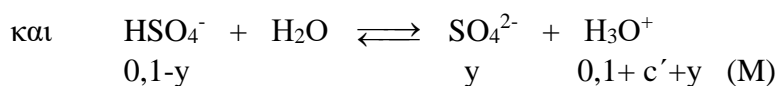
Επομένως στην τελική κατάσταση υπάρχουν και πάλι 4 mol από κάθε αέριο, σε όγκο όμως $V'=20$ L, οπότε οι νέες συγκεντρώσεις είναι $[\text{SO}_2]=[\text{O}_2]=[\text{SO}_3]=0,2$ M και η νέα σταθερά ισορροπίας στη θερμοκρασία $T'=2T$: $K_c' = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2[\text{O}_2]} = \frac{(0,2)^2}{(0,2)^2 \cdot 0,2} = 5$

Δ3. Η ποσότητα του SO_3 ($M_r=80$) είναι $n = \frac{4}{80} = 0,05$ mol



Με τη διάλυση του H_2SO_4 σε νερό, προκύπτει διάλυμα H_2SO_4 με $c = \frac{0,05 \text{ mol}}{0,5 \text{ L}} = 0,1$ M

Μετά τη διαβίβαση του HCl , έχουμε διάλυμα: H_2SO_4 0,1 M και HCl c' M



Δίνεται η $[\text{SO}_4^{2-}] = 2 \cdot 10^{-3}$ M, δηλαδή $y = 2 \cdot 10^{-3}$

Είναι $\alpha_{\text{HSO}_4^-} = \frac{y}{0,1} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{0,1} = 0,02$ ($\alpha < 0,1$ - επιτρέπονται οι προσεγγίσεις)

Επίσης: $K_{a_2} = \frac{[\text{SO}_4^{2-}][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HSO}_4^-]} \Rightarrow 10^{-2} \approx \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot (0,1+c')}{0,1} \Rightarrow c' = 0,4$

Επομένως, η ποσότητα του HCl που διαβιβάστηκε στο διάλυμα ήταν $0,4 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,5 \text{ L} = 0,2$ mol.

Αυτή η ποσότητα καθαρού HCl σε αέρια κατάσταση και σε συνθήκες STP καταλαμβάνει όγκο $0,2 \cdot 22,4 = 4,48$ L.