

Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1

α) Το άτομο του χλωρίου ($_{17}\text{Cl}$) περιέχει στη θεμελιώδη κατάσταση: πρωτόνια = 17 και συνεπώς ηλεκτρόνια = 17, με ηλεκτρονιακή δομή: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$.

Το άτομο του του νατρίου ($_{11}\text{Na}$) περιέχει στη θεμελιώδη κατάσταση: πρωτόνια = 11 και συνεπώς ηλεκτρόνια = 11, με ηλεκτρονιακή δομή: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$.

Το άτομο του του αργιλίου ($_{13}\text{Al}$) περιέχει στη θεμελιώδη κατάσταση: πρωτόνια = 13 και συνεπώς ηλεκτρόνια = 13, με ηλεκτρονιακή δομή: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$.

β) Στο άτομο του χλωρίου τα ηλεκτρόνια, στη θεμελιώδη κατάσταση, είναι κατανεμημένα σε τρεις στιβάδες (K, L και M). Συνεπώς το χλώριο ανήκει στην τρίτη περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. Έχει 7 ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα, ($3s^2 3p^5$) και το τελευταίο ηλεκτρόνιο έχει τοποθετηθεί στην υποστιβάδα $3p$. Συνεπώς ανήκει στη $17^{\text{η}}$ (VIIA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

Στο άτομο του νατρίου τα ηλεκτρόνια, στη θεμελιώδη κατάσταση, είναι κατανεμημένα σε τρεις στιβάδες (K, L και M). Συνεπώς το νάτριο ανήκει στην τρίτη περίοδο του Περιοδικού Πίνακα.

Επίσης έχει ένα ηλεκτρόνιο στην εξωτερική του στιβάδα, ($3s^1$) και το τελευταίο ηλεκτρόνιο έχει τοποθετηθεί στην υποστιβάδα $3s$. Συνεπώς ανήκει στην $1^{\text{η}}$ (IA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

Στο άτομο του αργιλίου τα ηλεκτρόνια, στη θεμελιώδη κατάσταση, είναι κατανεμημένα σε τρεις στιβάδες (K, L και M). Συνεπώς το αργίλιο ανήκει στην τρίτη περίοδο του Περιοδικού Πίνακα.

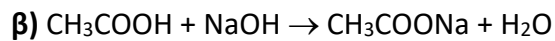
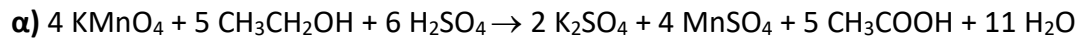
Έχει επίσης τρία ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα, ($3s^2 3p^1$) και το τελευταίο ηλεκτρόνιο έχει τοποθετηθεί στην υποστιβάδα $3p$. Συνεπώς ανήκει στην $13^{\text{η}}$ (IIIA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

Και τα τρία στοιχεία ανήκουν στην τρίτη περίοδο του Περιοδικού Πίνακα.

Σε μια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα η ατομική ακτίνα (r) μειώνεται από αριστερά προς τα δεξιά. Αυτό συμβαίνει γιατί όσο πηγαίνουμε προς τα δεξιά του περιοδικού πίνακα, αυξάνεται ο ατομικός αριθμός και κατά συνέπεια αυξάνεται το δραστικό πυρηνικό φορτίο του ατόμου (κατά προσέγγιση το φορτίο του πυρήνα μειωμένο κατά το φορτίο των ηλεκτρονίων των εσωτερικών στιβάδων). Έτσι, λόγω μεγαλύτερης έλξης των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας από τον πυρήνα, η ατομική ακτίνα μειώνεται.

Συνεπώς θα ισχύει: $r(\text{Cl}) < r(\text{Al}) < r(\text{Na})$

2.2



2.3

α) Από τον νόμο ταχύτητας $v = k \cdot [\text{H}_2\text{O}_2] \cdot [\text{NaI}]$, προκύπτει ότι η συγκέντρωση του HCl δεν επηρεάζει την ταχύτητα της αντίδρασης. Συνεπώς η διάλυση του αερίου HCl δεν επηρεάζει την τιμή της ταχύτητας της αντίδρασης. Επίσης, η προσθήκη αερίου HCl στο δοχείο δεν μεταβάλλει τον όγκο και τη θερμοκρασία του διαλύματος των αντιδρώντων, και συνεπώς δεν μεταβάλλεται η συγκέντρωση του H_2O_2 και του NaI. Άρα **δεν μεταβάλλεται** η τιμή της ταχύτητας της αντίδρασης.

β) Μείωση της θερμοκρασίας προκαλεί μείωση της μέσης κινητικής ενέργειας των αντιδρώντων μορίων, με συνέπεια να μειώνεται ο αριθμός των αποτελεσματικών συγκρούσεων. Συνεπώς, η τιμή της ταχύτητας της αντίδρασης **μειώνεται**.

γ) Η διάλυση στερεού NaI(s) στο διάλυμα προκαλεί αύξηση της συγκέντρωσης του NaI, αλλά δεν μεταβάλλει τον όγκο του διαλύματος των αντιδρώντων. Συνεπώς δεν μεταβάλλεται η συγκέντρωση των υπολοίπων αντιδρώντων.

Η συγκέντρωση του NaI συμμετέχει στον νόμο ταχύτητας της αντίδρασης. Αύξηση της συγκέντρωσής του συνεπάγεται αύξηση του αριθμού αποτελεσματικών συγκρούσεων, που οδηγεί σε **αύξηση** της τιμής της ταχύτητας της αντίδρασης.

δ) Με την προσθήκη νερού αυξάνεται ο όγκος του διαλύματος και συνεπώς μειώνεται η συγκέντρωση του H_2O_2 και του NaI. Μείωση της συγκέντρωσής τους συνεπάγεται μείωση του αριθμού αποτελεσματικών συγκρούσεων που οδηγεί σε **μείωση** της ταχύτητας της αντίδρασης.

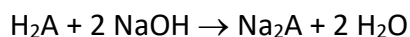
ε) Η προσθήκη ίσου όγκου διαλύματος H_2O_2 , ίδιας συγκέντρωσης, έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του συνολικού όγκου του διαλύματος των αντιδρώντων. Η συγκέντρωση του H_2O_2 δεν θα μεταβληθεί, αφού με ανάμειξη διαλυμάτων ίδιας συγκέντρωσης προκύπτει διάλυμα με την ίδια συγκέντρωση. Όμως, η συγκέντρωση του NaI θα μειωθεί, αφού αυξήθηκε ο όγκος του διαλύματος. Μείωση της συγκέντρωσης του NaI, συνεπάγεται μείωση του αριθμού των

αποτελεσματικών συγκρούσεων, που οδηγεί σε **μείωση** της τιμής της ταχύτητας της αντίδρασης.

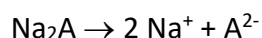
Ενδεικτική επίλυση

4.1

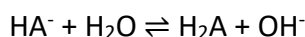
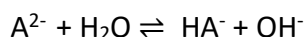
Κατά την ογκομέτρηση εξουδετερώνεται πλήρως το τρυγικό οξύ (H_2A), που θεωρείται ως το κυριότερο οξύ στο οποίο οφείλεται η οξύτητα του κρασιού και συνεπώς στο ισοδύναμο σημείο θα υπάρχει μόνο το τρυγικό νάτριο (Na_2A) που είναι το προϊόν της πλήρους εξουδετέρωσης του τρυγικού οξέος από το υδροξείδιο του νατρίου:



Το άλας Na_2A έχει βασικό χαρακτήρα διότι είναι προϊόν εξουδετέρωσης ασθενούς οξέος από ισχυρή βάση. Συνεπώς δίσταται και στο νερό:



Τα ιόντα A^{2-} συμπεριφέρονται ως βάση κατά Bronsted – Lowry . Τα ιόντα A^{2-} είναι μία ασθενής διπρωτική βάση και ιοντίζονται σε δύο στάδια:



Άρα στο ισοδύναμο σημείο το pH θα είναι βασικό ($pH > 7$).

Για τους δείκτες ισχύει: Για $pH < pK_a - 1$ επικρατεί το χρώμα της όξινης μορφής του δείκτη και για $pH > pK_a + 1$ επικρατεί το χρώμα της βασικής μορφής του δείκτη.

Οι δείκτες έχουν περιοχή αλλαγής χρώματος $pK_a - 1$ έως $pK_a + 1$.

Συνεπώς:

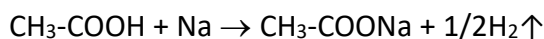
Ο δείκτης πράσινο της βρωμοκρεσόλης έχει $pK_a = 4,7$ και η περιοχή αλλαγής του χρώματός του θα είναι $3,7 < pH < 5,7$. Ο δείκτης φαινολοφθαλεΐνη έχει $pK_a = 9,3$ και η ζώνη αλλαγής του χρώματος του θα είναι $8,3 < pH < 10,3$. Συνεπώς, ο καταλληλότερος δείκτης θα είναι η **φαινολοφθαλεΐνη** διότι η αλλαγή χρώματος γίνεται στη βασική περιοχή $pH = 8,3 - 10,3$ και θα είναι πιο κοντά στο ισοδύναμο σημείο.

4.2

α) Τα mol του αιθανικού οξέος θα είναι:

$$n = \frac{m}{Mr} \Rightarrow n = \frac{480}{60} \text{ mol} \Rightarrow n = 8 \text{ mol.}$$

Δίνεται ότι το νάτριο είναι σε περίσσεια και συνεπώς αντιδρούν όλα τα όξινα υδρογόνα του αιθανικού οξέος:



1 mol αιθανικού οξέος αντιδρά με νάτριο και ελευθερώνονται 1/2 mol αερίου H₂
8 mol αιθανικού οξέος αντιδρούν με νάτριο και ελευθερώνονται γ = 4 mol αερίου H₂

Άρα ελευθερώνονται 4 mol αερίου H₂.

β)

mol	H ₂ (g)	+ I ₂ (g)	⇌ 2 HI(g)
αρχικά	4	z	
αντιδρούν	x	x	
παράγονται			2x
Χημική ισορροπία	4 - x	z - x	2x

Το ιώδιο είναι σε περίσσεια (z > 4).

Η απόδοση της αντίδρασης είναι 80 %, δηλαδή α = 0,8.

Το θεωρητικό ποσό των προϊόντων είναι 8 mol HI.

Το πρακτικό ποσό των προϊόντων που παράχθηκε στη χημική ισορροπία είναι 2x mol HI.

$$\alpha = \frac{\text{πρακτικό ποσό}}{\text{θεωρητικό ποσό}} \Rightarrow$$

$$\alpha = \frac{2x \text{ mol}}{8 \text{ mol}} \Rightarrow 0,8 = \frac{x}{4} \Rightarrow x = 3,2 \quad \text{σχέση (1)}$$

Άρα αντέδρασαν 3,2 mol H₂ και I₂.

$$[\text{HI}] = 2x \text{ mol} / 1 \text{ L}$$

$$[\text{I}_2] = (z - x) \text{ mol} / 1 \text{ L}$$

$$[\text{H}_2] = (4 - x) \text{ mol} / 1 \text{ L}$$

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} \Rightarrow K_c = \frac{(2x)^2 \text{ M}^2}{(4 - x)\text{M}(z - x)\text{M}} \Rightarrow 4 = \frac{4x^2}{4z - 4x - zx + x^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 4z - 4x - zx + x^2 = x^2 \Rightarrow 4z - 4x - zx = 0 \quad \text{σχέση (2)}$$

Από τις σχέσεις (1) και (2) προκύπτει:

$$4z - 4 \cdot 3,2 - z \cdot 3,2 = 0 \Rightarrow 4z - 12,8 - z \cdot 3,2 = 0 \Rightarrow 0,8 \cdot z = 12,8 \Rightarrow z = 16$$

Άρα η αρχική ποσότητα του ιωδίου (I₂) που αναμείχθηκε με τα 4 mol υδρογόνου (H₂) στο δοχείο ήταν 16 mol.

Ενδεικτική επίλυση

α) Το μεθανικό οξύ (HCOOH) είναι ένα ασθενές μονοπρωτικό οξύ.

Κατά την ογκομέτρηση εξουδετερώνεται πλήρως το μεθανικό οξύ, που θεωρείται ως το κυριότερο οξύ στο οποίο οφείλεται η ελεύθερη οξύτητα του μελιού και συνεπώς στο ισοδύναμο σημείο θα υπάρχει μόνο το μεθανικό νάτριο, που είναι το προϊόν της πλήρους εξουδετέρωσης του μεθανικού οξέος από το υδροξείδιο του νατρίου σύμφωνα με την αντίδραση (1):

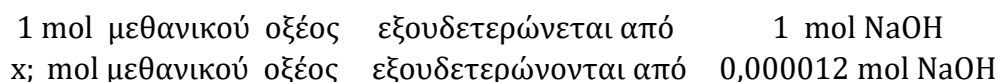


Η ένδειξη του αρχικού όγκου του πρότυπου διαλύματος στην προχοΐδα ήταν 5 mL και στο τελικό σημείο ήταν 17 mL. Συνεπώς ο όγκος του πρότυπου διαλύματος που δαπανήθηκε μέχρι το ισοδύναμο σημείο είναι $V = (17 - 5) \text{ mL} = 12 \text{ mL} = 0,012 \text{ L}$.

Τα mol NaOH του πρότυπου διαλύματος θα είναι:

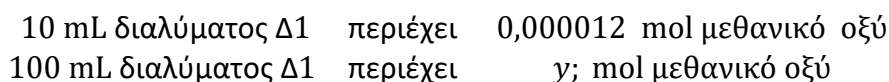
$$c = \frac{n}{V} \Rightarrow n = c \cdot V \Rightarrow n = 0,001 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,012 \text{ L} \Rightarrow n = 0,000012 \text{ mol.}$$

Από την αντίδραση (1) προκύπτει:



$$x = 0,000012$$

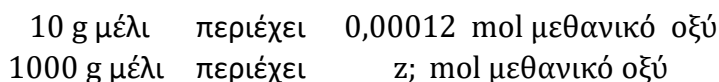
Άρα τα 10 mL του διαλύματος Δ1 περιέχουν 0,000012 mol μεθανικού οξέος.



$$y = 0,00012$$

i) Η συγκέντρωση του διαλύματος Δ1 θα είναι: $c = \frac{n}{V} \Rightarrow c = \frac{0,00012 \text{ mol}}{0,1 \text{ L}} \Rightarrow c = 0,0012 \text{ M}$.

ii) Η ποσότητα του μεθανικού οξέος σε 10 g μέλι είναι 0,00012 mol.



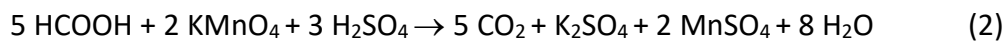
$$z = 0,012$$

Επομένως σε 1000 g μελιού περιέχονται $0,012 \text{ mol} = 12 \text{ mmol}$ μεθανικό οξύ.

Άρα η ογκομετρούμενη ελεύθερη οξύτητα του συγκεκριμένου μελιού είναι $12 \text{ mmol} / 1 \text{ kg}$ μέλι.

β) Το πευκόμελο Θάσου έχει ελεύθερη οξύτητα 12,9 mmol (οξέος) / Kg μελιού, ενώ το θυμαρίσιο μέλι Ευβοίας έχει ελεύθερη οξύτητα 28,7 mmol (οξέος) / Kg μελιού. Συνεπώς το μέλι, του οποίου μετρήσαμε την οξύτητα, θα μπορούσε να είναι πευκόμελο Θάσου.

γ) Το μεθανικό οξύ οξειδώνεται από το διάλυμα KMnO_4 σύμφωνα με την αντίδραση (2) που περιγράφεται από την ακόλουθη εξίσωση:



Το HCOOH έχει $M_r = 1 + 12 + 16 + 16 + 1 = 46$.

$$n = \frac{m}{M_r} \Rightarrow n = \frac{4,6}{46} \text{ mol} \Rightarrow n = 0,1 \text{ mol}$$

Από την στοιχειομετρία της αντίδρασης (2) προκύπτει:

5 mol μεθανικού οξέος αντιδρούν με 2 mol υπερμαγγανικού καλίου
0,1 mol μεθανικού οξέος αντιδρούν με ω mol υπερμαγγανικού καλίου

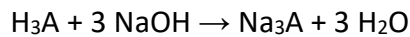
$$\omega \cdot 5 = 2 \cdot 0,1 \Rightarrow \omega = 0,04$$

Συνεπώς αντιδρούν 0,04 mol KMnO_4 . Άρα ο όγκος του διαλύματος KMnO_4 που απαιτείται για την πλήρη οξείδωση του διαλύματος Δ2 είναι:

$$c = \frac{n}{V} \Rightarrow V = \frac{n}{c} \Rightarrow V = \frac{0,04 \text{ mol}}{0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}} \Rightarrow V = 0,4 \text{ L}$$

Ενδεικτική επίλυση

α) Κατά την ογκομέτρηση των 10 mL του διηθήματος του διαλύματος Δ1, εξουδετερώνεται πλήρως το κιτρικό οξύ (H_3A), το οποίο δεχόμαστε ότι αντιπροσωπεύει κατά προσέγγιση το σύνολο των οξέων στο τοματοπολτό.



Η ένδειξη του αρχικού όγκου του πρότυπου υδατικού διαλύματος στην προχοΐδα ήταν 16 mL και στο τελικό σημείο ήταν 46 mL. Συνεπώς ο όγκος του πρότυπου διαλύματος που χρησιμοποιήθηκε μέχρι το ισοδύναμο σημείο είναι $V = (46 - 16) \text{ mL} = 30 \text{ mL} = 0,03 \text{ L}$.

Τα mol του πρότυπου διαλύματος NaOH θα είναι:

$$c = \frac{n}{V} \Rightarrow n = c \cdot V \Rightarrow n = (0,02 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,03\text{L}) \Rightarrow n = 0,0006 \text{ mol.}$$

Από την στοιχειομετρία της εξουδετέρωσης του κιτρικού οξέος προκύπτει:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol κιτρικού οξέος} \quad \text{εξουδετερώνεται από} \quad 3 \text{ mol NaOH} \\ x; \text{ mol κιτρικού οξέος} \quad \text{εξουδετερώνονται από} \quad 0,0006 \text{ mol NaOH} \end{array}$$

$$x = 0,0002$$

Άρα εξουδετερώθηκαν 0,0002 mol κιτρικού οξέος. Συνεπώς το διήθημα των 30 mL περιέχει 0,0002 mol κιτρικού οξέος.

$$\begin{array}{l} 30 \text{ mL διηθήματος} \quad \text{περιέχει} \quad 0,0002 \text{ mol κιτρικό οξύ} \\ 100 \text{ mL διηθήματος} \quad \text{περιέχει} \quad y; \text{ mol κιτρικό οξύ} \end{array}$$

$$y = 0,002/3.$$

$$n = \frac{m}{M_r} \Rightarrow m = n M_r \Rightarrow m = \frac{0,002}{3} \cdot 192 \text{ g} \Rightarrow m = 0,128 \text{ g.}$$

Η ποσότητα του κιτρικού οξέος του διαλύματος Δ1 είναι 0,128 g και προέρχεται από τα 2 g τοματοπολτού που διαλύσαμε σε αυτό. Οπότε:

$$\begin{array}{l} 2 \text{ g τοματοπολτού} \quad \text{περιέχει} \quad 0,128 \text{ g κιτρικό οξύ} \\ 100 \text{ g τοματοπολτού} \quad \text{περιέχει} \quad w; \text{ g κιτρικό οξύ} \end{array}$$

$$w \text{ g} \cdot 2 \text{ g} = 0,128 \text{ g} \cdot 100 \text{ g} \Rightarrow w = 6,4$$

Δηλαδή στα 100 g τοματοπολτού περιέχονται 6,4 g κιτρικό οξύ.

Συνεπώς η πειραματική οξύτητα του τοματοπολτού είναι 6,4 % w / w σε κιτρικό οξύ

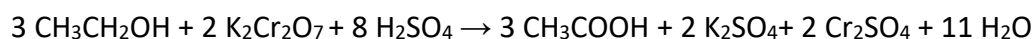
β)

i)

Τα mol του αιθανικού οξέος θα είναι:

$$n = \frac{m}{Mr} \Rightarrow n = \frac{18}{60} \text{ mol} \Rightarrow n = 0,3 \text{ mol.}$$

Η οξείδωση της αιθανόλης σε αιθανικό οξύ περιγράφεται με την χημική εξίσωση:

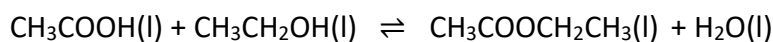


3 mol αιθανόλης παράγουν 3 mol αιθανικό οξύ
z; mol αιθανόλης παράγουν 0,3 mol αιθανικό οξύ

$$z = 0,3.$$

Συνεπώς απαιτούνται 0,3 mol αιθανόλης για την παρασκευή 18 g αιθανικού οξέος.

ii)



mol	CH ₃ COOH	CH ₃ CH ₂ OH	CH ₃ COOCH ₂ CH ₃	H ₂ O
αρχικά	3	3		
αντιδρούν	z	z		
παράγονται			z	z
Χ.Ισορροπία	3 - z	3 - z	z	z

Στην ισορροπία ισχύει ότι:

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = [\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}] = \frac{(3-z) \text{ mol}}{1 \text{ L}}, \quad [\text{H}_2\text{O}] = [\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3] = \frac{z \text{ mol}}{1 \text{ L}}$$

$$K_c = \frac{[\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3] [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CH}_3\text{COOH}] [\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}]} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 4 = \frac{z \cdot z}{(3-z)(3-z)} \quad (1)$$

Επειδή $z > 0$ και $3 - z > 0$ από τη σχέση (1) προκύπτει:

$$(1) \Rightarrow 2 = \frac{z}{(3-z)} \Rightarrow 6 - 2z = z \Rightarrow 6 = 3z \Rightarrow z = 2$$

Συνεπώς η ποσότητα του αιθανικού αιθυλεστέρα (CH₃COOCH₂CH₃) που θα παραχθεί θα είναι 2 mol.

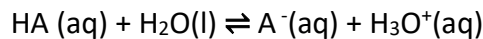
Ενδεικτική επίλυση

4.1

α)

Για το χυμό μήλου με $\text{pH} = 3$ ισχύει:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3}$$

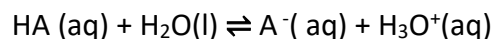


$$K_a = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} \Rightarrow \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = 6,4 \cdot 10^{-5} / 10^{-3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = 0,064 < 0,1$$

Για το χυμό καρπούζι με $\text{pH} = 8$ ισχύει:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-8}$$



$$K_a = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} \Rightarrow \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = 6,4 \cdot 10^{-5} / 10^{-8} \Rightarrow$$

$$\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = 6,4 \cdot 10^3 = 6400 \gg 10$$

Στο χυμό μήλου ο λόγος $\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$ είναι μικρότερος από 0,1 και συνεπώς η αντιμικροβιακή δράση του βενζοϊκού οξέος είναι μεγάλη. Στο χυμό καρπουζιού ο λόγος $\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$ είναι μεγαλύτερος από 10 και συνεπώς η αντιμικροβιακή δράση του βενζοϊκού οξέος είναι μικρή. Άρα στο χυμό μήλου το βενζοϊκό οξύ έχει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα ως συντηρητικό.

β) Για το διάλυμα βενζοϊκού οξέος θερμοκρασίας 25 °C και περιεκτικότητας 0,122 % w/v ισχύει:

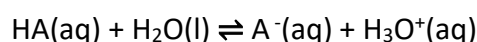
100 mL διαλύματος περιέχουν 0,122 g βενζοϊκού οξέος
1000 mL διαλύματος " x; g βενζοϊκού οξέος

$$\frac{100 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} = \frac{0,122 \text{ g}}{x \text{ g}} \Rightarrow x = 1,22$$

$$n(\text{βενζοϊκού οξέος}) = \frac{m}{M_r} \Rightarrow n(\text{βενζοϊκού οξέος}) = \frac{1,22}{M_r} \text{ mol.}$$

$$\text{Συνεπώς } c = \frac{n}{V} \Rightarrow c = \frac{1,22}{M_r} \text{ M} \quad (1)$$

Η συγκέντρωση ιόντων οξωνίου του διαλύματος είναι: $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,8 \cdot 10^{-3} \text{ M}$.



M	HA(aq)	H ₂ O(l)	A ⁻ (aq)	H ₃ O ⁺ (aq)
Αρχικά	c	-	-	-
Ιοντίζονται	w	-	-	-
Παράγονται	-	-	w	w
Ιοντική Ισορροπία	c - w		w	w

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,8 \cdot 10^{-3} \text{ M} \Rightarrow w = 0,8 \cdot 10^{-3} \quad (2)$$

$$K_a = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} \Rightarrow K_a = \frac{w^2 M^2}{(c-w) M} \Rightarrow 6,4 \cdot 10^{-5} \text{ M} = \frac{w^2 M^2}{(c-w) M} \quad (3)$$

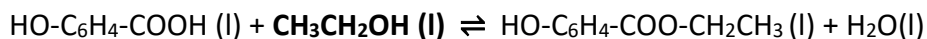
$$\text{Ισχύει η προσέγγιση } c - w = c \quad (4)$$

$$(2),(3),(4) \Rightarrow 6,4 \cdot 10^{-5} = 0,64 \cdot 10^{-6} / c \Rightarrow c = 0,01 \quad (5)$$

$$\text{Από (1) και (5) προκύπτει: } 1,22/M_r = 0,01 \Rightarrow M_r = 122$$

4.2

α) Η κατάλληλη αλκοόλη είναι η αιθανόλη. Άρα η χημική εξίσωση γράφεται:



β)

mol	HO-C ₆ H ₄ -COOH (l)	CH ₃ CH ₂ OH (l)	HO-C ₆ H ₄ -COOCH ₂ CH ₃ (l)	H ₂ O(l)
Αρχικά	0,3	0,3	-	-
Αντιδρούν	ω	ω	-	-
Παράγονται	-	-	ω	ω
Χημική ισορροπία	0,3 - ω	0,3 - ω	ω	ω

Στην ισορροπία ισχύει ότι:

$$[\text{HO-C}_6\text{H}_4\text{-COOH}] = [\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}] = \frac{(0,3 - \omega) \text{ mol}}{1 \text{ L}}, \quad [\text{H}_2\text{O}] = [\text{HO-C}_6\text{H}_4\text{-COOCH}_2\text{CH}_3] = \frac{\omega \text{ mol}}{1 \text{ L}}.$$

$$K_c = \frac{[\text{H}_2\text{O}] [\text{HO-C}_6\text{H}_4\text{-COOCH}_2\text{CH}_3]}{[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}] [\text{HO-C}_6\text{H}_4\text{-COOH}]} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 4 = \frac{\omega \cdot \omega}{(0,3-\omega)(0,3-\omega)} \quad (1)$$

Επειδή $\omega > 0$ και $0,3 - \omega > 0$ από τη σχέση (1) προκύπτει:

$$(1) \Rightarrow 2 = \frac{\omega}{(0,3-\omega)} \Rightarrow 0,6 - 2\omega = \omega \Rightarrow \omega = 0,2$$

Επομένως, στη χημική ισορροπία υπάρχουν οι παρακάτω ποσότητες (σε mol) των σωμάτων:

$$n(\text{HO-C}_6\text{H}_4\text{-COOH}) = n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 0,1 \text{ mol} \quad \text{και}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{HO-C}_6\text{H}_4\text{-COOCH}_2\text{CH}_3) = 0,2 \text{ mol}.$$

Ενδεικτική επίλυση

4.1

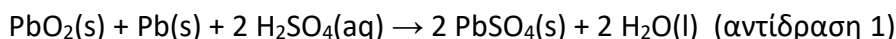
α) Οξειδωτική ουσία: PbO_2 . Ο μόλυβδος (Pb) στο οξείδιο του μολύβδου IV (PbO_2) έχει αριθμό οξείδωσης +4 και μεταπίπτει στα προϊόντα σε θειικό μόλυβδο II (PbSO_4) με αριθμό οξείδωσης +2. Δηλαδή ανάχθηκε.

Αναγωγική ουσία: Pb. Ο μόλυβδος (Pb) σε ελεύθερη κατάσταση (Pb) έχει αριθμό οξείδωσης μηδέν (0) και μεταπίπτει στα προϊόντα σε θειικό μόλυβδο II (PbSO_4) με αριθμό οξείδωσης +2. Δηλαδή οξειδώθηκε.

β) $M_r(\text{PbSO}_4) = 207 + 32 + 64 = 303$.

$$n(\text{PbSO}_4) = \frac{m}{M_r} \Rightarrow n(\text{PbSO}_4) = \frac{30,3}{303} \text{ mol} \Rightarrow n = 0,1 \text{ mol.}$$

Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης (1) προκύπτει:



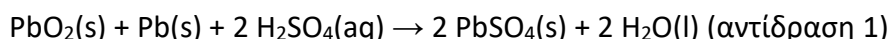
$$\begin{array}{lll} 1 \text{ mol Pb} & \text{παράγει} & 2 \text{ mol PbSO}_4 \\ y \text{ mol Pb} & \text{παράγουν} & 0,1 \text{ mol PbSO}_4 \end{array}$$

$$\frac{1 \text{ mol}}{y \text{ mol}} = \frac{2 \text{ mol}}{0,1 \text{ mol}} \Rightarrow y = 0,05$$

Συνεπώς ο μόλυβδος (Pb) που αντέδρασε είναι 0,05 mol.

4.2

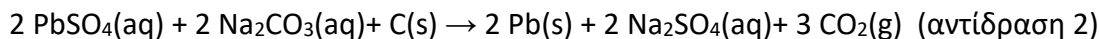
α) Έστω x mol η ποσότητα του PbO_2 που καταναλώθηκε κατά την εκφόρτιση της μπαταρίας.



Σύμφωνα με την αντίδραση (1) η ποσότητα του θειικού μολύβδου II που παράγεται θα είναι:

$$\begin{array}{lll} 1 \text{ mol PbO}_2 & \text{παράγει} & 2 \text{ mol PbSO}_4 \\ x \text{ mol PbO}_2 & \text{"} & 2x \text{ mol PbSO}_4 \end{array}$$

Σύμφωνα με την αντίδραση (2) η ποσότητα του θειικού νατρίου που παράγεται θα είναι:

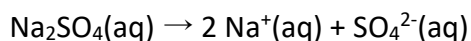


$$\begin{array}{lll} 2 \text{ mol PbSO}_4 & \text{παράγουν} & 2 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4 \\ 2x \text{ mol PbSO}_4 & \text{"} & 2x \text{ mol Na}_2\text{SO}_4 \end{array}$$

Η συγκέντρωση του θειικού νατρίου που παράγεται από την αντίδραση (2) θα είναι.

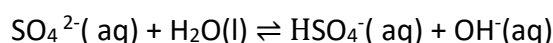
$$c = \frac{n}{V} \Rightarrow c = \frac{2x \text{ mol}}{4 \text{ L}} \Rightarrow c = 0,5x \text{ M.}$$

Για το υδατικό διάλυμα Δ1:



M	$\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq})$	$2 \text{Na}^+(\text{aq})$	$\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$
Αρχικά	0,5x	-	-
Τελικά	-	x	0,5x

Το SO_4^{2-} είναι η συζυγής βάση του ασθενούς οξέος HSO_4^- και για αυτό τον λόγο αντιδρά με το νερό σύμφωνα με την αντίδραση:



M	$\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	$\text{HSO}_4^-(\text{aq})$		$\text{OH}^-(\text{aq})$
Αρχικά	0,5x				
Ιοντίζονται	w				
Παράγονται			w		w
Ιοντική Ισορ.	0,5x - w		w		w

Το HSO_4^- είναι η συζυγής βάση του ισχυρού οξέος H_2SO_4 και για αυτό τον λόγο δεν αντιδρά με το νερό.

Συνεπώς το pH καθορίζεται μόνο από τον ιοντισμό του SO_4^{2-} .

$$\text{pH} = 8 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-8} \text{ M} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-6} \text{ M} \Rightarrow w = 10^{-6} \text{ M} \quad (1)$$

$$K_{a2} = 10^{-2} \text{ M} \Rightarrow K_b = 10^{-12} \text{ M} \quad (2)$$

$$K_b = \frac{[\text{HSO}_4^-][\text{OH}^-]}{[\text{SO}_4^{2-}]} \Rightarrow K_b = \frac{w \cdot w}{0,5x - w} \quad (3)$$

$$\text{Συνεπώς: } (1) (2) (3) \Rightarrow 10^{-12} = 10^{-12} / 0,5x \Rightarrow 0,5x = 1 \Rightarrow x = 2 \quad (4)$$

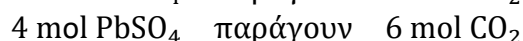
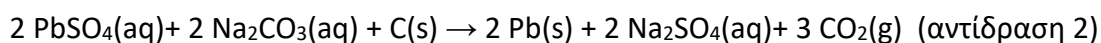
Άρα η ποσότητα του PbO_2 που καταναλώθηκε κατά την εκφόρτιση της μπαταρίας είναι 2 mol.

$$M_r(\text{PbO}_2) = 207 + 16 \cdot 2 = 239$$

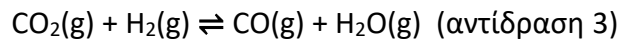
$$n(\text{PbO}_2) = \frac{m}{M_r} \Rightarrow m = (2 \cdot 239) \text{ g} = 478 \text{ g}$$

Άρα η ποσότητα του οξειδίου του μολύβδου IV (PbO_2) που καταναλώθηκε κατά την εκφόρτιση της μπαταρίας είναι 478 g.

β)



Το CO₂ που ελευθερώθηκε κατά την ανάκτηση του μολύβδου (αντίδραση 2) είναι 6 mol και διαβιβάζεται σε δοχείο όγκου 1 L που περιέχει 6 mol H₂ σε θερμοκρασία θ °C. Λαμβάνει χώρα η αντίδραση που περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:



mol	CO ₂ (g)	H ₂ (g)	CO(g)	H ₂ O(g)
Αρχικά	6	6	-	-
Αντιδρούν	ω	ω	-	-
Παράγονται	-	-	ω	ω
Χημική ισορροπία	6 - ω	6 - ω	ω	ω

$$[\text{H}_2] = [\text{CO}_2] = \frac{(6 - \omega) \text{ mol}}{1 \text{ L}}, \quad [\text{H}_2\text{O}] = [\text{CO}] = \frac{\omega \text{ mol}}{1 \text{ L}}.$$

$$K_c = \frac{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}_2][\text{H}_2]} \Rightarrow K_c = \frac{\omega \cdot \omega}{(6 - \omega)(6 - \omega)} \Rightarrow 4 = \frac{\omega \cdot \omega}{(6 - \omega)(6 - \omega)} \Rightarrow 2 = \frac{\omega}{(6 - \omega)} \Rightarrow 12 - 2\omega = \omega \Rightarrow \omega = 4.$$

Στη χημική ισορροπία υπάρχουν οι ποσότητες σε mol των σωμάτων:

$$n(\text{H}_2) = n(\text{CO}_2) = 2 \text{ mol} \quad n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{CO}) = 4 \text{ mol}.$$

Ο συντελεστής απόδοσης θα είναι:

$$\alpha = \frac{\text{ποσότητα που παράχθηκε στη χημική ισορροπία}}{\text{θεωρητική ποσότητα που θα παραγόταν αν η αντίδραση ήταν μονόδρομη}} \Rightarrow$$

$$\alpha = \frac{\omega}{6} \Rightarrow \alpha = \frac{4}{6} \Rightarrow \alpha = \frac{2}{3}$$

31788

Ενδεικτική επίλυση

α) Όπως φαίνεται στο διάγραμμα σε 60 min (1 h), έχει αποκατασταθεί χημική ισορροπία.

$$v_{\text{μέση}} = \frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{NH}_3]}{\Delta t} = \frac{1}{2} \cdot \frac{4,5 \text{ M} - 0 \text{ M}}{1 \text{ h}} = 2,25 \text{ M} \cdot \text{h}^{-1}$$

β)

$$\text{i. } [\text{N}_2] = \frac{6 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 6 \text{ M}, \quad [\text{H}_2] = \frac{2 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 2 \text{ M}, \quad [\text{NH}_3] = \frac{4 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 4 \text{ M}$$

$$K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3} = \frac{16 \text{ M}^2}{6 \text{ M} \cdot 2^3 \cdot \text{M}^3} = \frac{1}{3} \text{ M}^{-2}$$

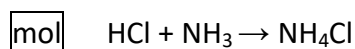
Η τιμή της K_c είναι $1/3 \text{ M}^{-2}$.

ii. Αν διπλασιαστεί ο όγκος του δοχείου σε σταθερή θερμοκρασία η ποσότητα της NH_3 θα μειωθεί.

Διπλασιάζοντας τον όγκο του δοχείου σε σταθερή θερμοκρασία, η πίεση στο δοχείο υποδιπλασιάζεται. Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η μείωση της πίεσης μετατοπίζει την αντίδραση προς την κατεύθυνση που σχηματίζονται περισσότερα mol αερίων, δηλαδή προς τα αριστερά. Συνεπώς η ποσότητα της NH_3 θα **μειωθεί**.

γ) Κατά την 1^η ογκομέτρηση του ρυθμιστικού διαλύματος με το πρότυπο διάλυμα HCl προσδιορίζεται η συγκέντρωση της NH_3 . Έστω V_{HCl} ο όγκος του προτύπου διαλύματος HCl που καταναλώθηκε μέχρι το ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης (αλλαγή χρώματος του δείκτη A).

Πρόκειται για εξουδετέρωση μονοπρωτικού οξέος με μονοπρωτική βάση.



Αρχικά $n_{\text{HCl}} \quad n_{\text{NH}_3}$

Τελικά $- \quad -$

Επομένως, στο ισοδύναμο σημείο ισχύει:

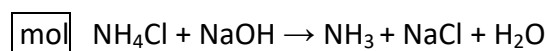
$$n_{\text{NH}_3} = n_{\text{HCl}} \Rightarrow c_{\text{NH}_3} \cdot V_{\text{P}\Delta} = n_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}} \Rightarrow c_{\text{NH}_3} = \frac{n_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}}}{V_{\text{P}\Delta}} = \frac{0,5 \text{ M} \cdot 0,01 \text{ L}}{0,01 \text{ L}} = 0,5 \text{ M}$$

Άρα, η συγκέντρωση της NH_3 στο ρυθμιστικό διάλυμα είναι 0,5 M.

Κατά τη 2^η ογκομέτρηση του ρυθμιστικού διαλύματος με το πρότυπο διάλυμα NaOH προσδιορίζεται η συγκέντρωση του NH_4Cl . Έστω V_{NaOH} ο όγκος του προτύπου

διαλύματος NaOH που καταναλώθηκε μέχρι το ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης (αλλαγή χρώματος του δείκτη Β).

Η αντίδραση που λαμβάνει χώρα είναι η εξής:



Αρχικά $n_{\text{NH}_4\text{Cl}}$ n_{NaOH}

Τελικά - -

Στο ισοδύναμο σημείο ισχύει:

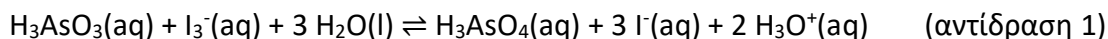
$$n_{\text{NH}_4\text{Cl}} = n_{\text{NaOH}} \Rightarrow c_{\text{NH}_4\text{Cl}} \cdot V_{\text{P}\Delta} = c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} \Rightarrow$$
$$c_{\text{NH}_4\text{Cl}} = \frac{n_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}}}{V_{\text{P}\Delta}} \Rightarrow c_{\text{NH}_4\text{Cl}} = \frac{0,5 \text{ M} \cdot 0,02 \text{ L}}{0,01 \text{ L}} = 1 \text{ M}$$

Επομένως η συγκέντρωση του NH_4Cl στο ρυθμιστικό διάλυμα είναι 1 M.

Ενδεικτικές απαντήσεις

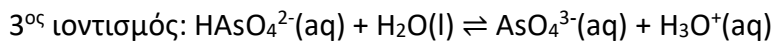
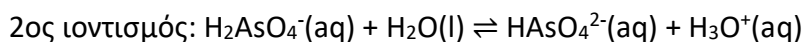
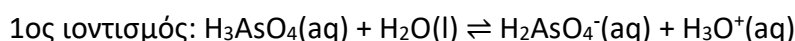
2.1

α) Σε $\text{pH} = 2$ η συγκέντρωση οξωνίων είναι $[\text{H}_3\text{O}^+]_1 = 10^{-2} \text{ M}$. Σε $\text{pH} = 3$ η συγκέντρωση οξωνίων είναι $[\text{H}_3\text{O}^+]_2 = 10^{-3} \text{ M}$. Δηλαδή $[\text{H}_3\text{O}^+]_1 > [\text{H}_3\text{O}^+]_2$.

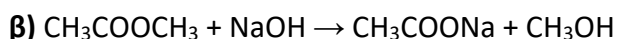
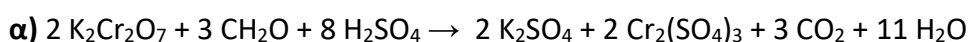


Στην αντίδραση (1) η συγκέντρωση οξωνίων υπάρχει στα προϊόντα. Συνεπώς σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier αύξηση της συγκέντρωσης οξωνίων θα μετατοπίσει τη θέση της χημικής ισορροπίας προς τη κατεύθυνση των αντιδρώντων (αριστερά) μειώνοντας την απόδοση της αντίδρασης. Άρα σε $\text{pH} = 2$ η απόδοση θα είναι μικρότερη, και συνεπώς σε $\text{pH} = 3$ θα είναι μεγαλύτερη.

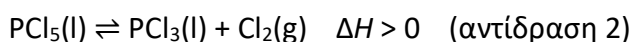
β)



2.2



2.3



α) Η K_c προς αντίδρασης (2) δίνεται από τη σχέση : $K_c = [\text{Cl}_2]$.

Το Q_c προς αντίδρασης (2) δίνεται αναλόγως από τη σχέση : $Q_c = [\text{Cl}_2]$.

Προσθήκη $\text{PCl}_5(\text{l})$ με σταθερό τον όγκο στο δοχείο τον οποίο καταλαμβάνει το αέριο Cl_2 , διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία δεν οδηγεί σε μεταβολή του Q_c και συνεπώς δεν επηρεάζει τη θέση χημικής ισορροπίας και επομένως δεν μεταβάλλει τη θέση της X_t . Η απόδοση μειώνεται διότι με προσθήκη $\text{PCl}_5(\text{l})$ αυξάνεται το θεωρητικό ποσό που θα

παραγόταν αν η αντίδραση ήταν μονόδρομη και το αντίστοιχο πρακτικό ποσό παραμένει σταθερό.

$$\alpha = \frac{\text{ποσότητα που παραχθηκε στη XI (πρακτικό ποσό)}}{\text{ποσότητα που θα παραγόταν αν η αντίδραση ήταν μονόδρομη (θεωρητικό ποσό)}}$$

Συνεπώς η απόδοση μειώνεται.

β) Μείωση της θερμοκρασίας του δοχείου στο οποίο πραγματοποιείται η αντίδραση διατηρώντας τον όγκο του δοχείου σταθερό, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier μετατοπίζει τη θέση προς χημικής ισορροπίας προς τη κατεύθυνση που ελευθερώνεται θερμότητα. Δηλαδή η χημική ισορροπία μετατοπίζεται προς τα αριστερά. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της απόδοσης της αντίδρασης, αφού μειώνεται το πρακτικό ποσό των αντιδρώντων ενώ το θεωρητικό παραμένει σταθερό.

γ) Η K_c της αντίδρασης (2) δίνεται από τη σχέση : $K_c = [Cl_2]$.

Το Q_c της αντίδρασης (2) δίνεται αναλόγως από τη σχέση : $Q_c = [Cl_2]$.

Προσθήκη αέριου Cl_2 με σταθερό τον όγκο στο δοχείο τον οποίο καταλαμβάνει το αέριο Cl_2 , διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία οδηγεί σε αύξηση του Q_c . Όταν $Q_c > K_c$ η θέση χημικής ισορροπίας μετατοπίζεται προς αριστερά.

Η απόδοση δίνεται: $\alpha = \frac{\text{ποσότητα που παραχθηκε στη XI (πρακτικό ποσό)}}{\text{ποσότητα που θα παραγόταν αν η αντίδραση ήταν μονόδρομη (θεωρητικό ποσό)}}$

Η ποσότητα του χλωρίου που θα παραχθεί θα είναι λιγότερη λόγω της προσθήκης επιπλέον χλωρίου. Συνεπώς η απόδοση μειώνεται.

δ) Μείωση της πίεσης, με αύξηση του όγκου του δοχείου, σε σταθερή θερμοκρασία σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier μετατοπίζει τη θέση της χημικής ισορροπίας προς την κατεύθυνση που αυξάνονται τα mol των αερίων σωμάτων. Δηλαδή η XI μετατοπίζεται προς τα δεξιά. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης της αντίδρασης, αφού αυξάνεται το πρακτικό ποσό των προϊόντων ενώ το θεωρητικό παραμένει σταθερό.

ε) Προσθήκη καταλύτη δεν επηρεάζει τη θέση της χημικής ισορροπίας γιατί δεν αποτελεί παράγοντα που επηρεάζει τη χημική ισορροπία. Η απόδοση παραμένει σταθερή αφού και το θεωρητικό και το πρακτικό ποσό παραμένουν δεν μεταβάλλονται

Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1

α)

I. Μεταβολή	II. Απόδοση αντίδρασης	III. Χρόνος ολοκλήρωσης της αντίδρασης
i. αύξηση πίεσης με μείωση του όγκου του δοχείου	αυξάνεται	ελαττώνεται
ii. αύξηση θερμοκρασίας	ελαττώνεται	ελαττώνεται

β)

i. Η αύξηση της πίεσης, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, επηρεάζει αντιδράσεις στις οποίες συμμετέχουν αέριες ουσίες και κατά την αντίδραση παρατηρείται μεταβολή του αριθμού των mol των αερίων. Η αύξηση της πίεσης σε σταθερή θερμοκρασία μετατοπίζει την ισορροπία προς την κατεύθυνση που έχουμε λιγότερα mol αερίων, δηλαδή στη συγκεκριμένη αντίδραση προς τα δεξιά. Επομένως η απόδοση της αντίδρασης θα αυξηθεί.

Επίσης η αύξηση της πίεσης προκαλεί αύξηση της ταχύτητας της αντίδρασης διότι μειώνεται ο όγκος και συνεπώς αυξάνεται η συγκέντρωση των αντιδρώντων. Κατά συνέπεια ελαττώνεται ο χρόνος ολοκλήρωσης της αντίδρασης.

ii. Η αύξηση της θερμοκρασίας, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, ευνοεί την ενδόθερμη αντίδραση και η αντίδραση είναι ενδόθερμη προς τα αριστερά, όπως φαίνεται από την τιμή της ΔH . Επομένως ελαττώνεται η απόδοση της αντίδρασης.

Επίσης με την αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνονται οι αποτελεσματικές συγκρούσεις εξαιτίας της αύξησης της μέσης κινητικής ενέργειας των αντιδρώντων μορίων και επομένως αυξάνεται η ταχύτητα της αντίδρασης. Κατά συνέπεια ελαττώνεται ο χρόνος ολοκλήρωσης της αντίδρασης.

2.2

α)

A – HCl

B - CH₃CH₂COOH

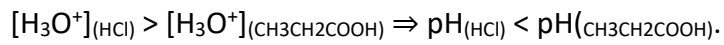
Γ - NaCl

β)

Οι φιάλες A και B περιέχουν διαλύματα οξέων δεδομένου ότι το pH είναι, στους 25 °C, μικρότερο από 7.

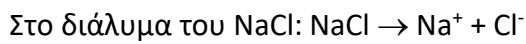
Το HCl είναι ισχυρό οξύ και επομένως ιοντίζεται πλήρως στο υδατικό του διάλυμα ενώ το CH₃CH₂COOH είναι ασθενές οξύ και ιοντίζεται μερικώς.

Επομένως εφόσον τα διαλύματα έχουν την ίδια συγκέντρωση:



Άρα η φιάλη Α περιέχει διάλυμα HCl και η φιάλη Β περιέχει διάλυμα CH₃CH₂COOH.

Η φιάλη Γ περιέχει διάλυμα NaCl.



Το Na⁺ δεν αντιδρά με το νερό διότι μπορεί να θεωρηθεί το συζυγές οξύ της ισχυρής βάσης NaOH. Επίσης το Cl⁻ δεν αντιδρά με το νερό διότι μπορεί να θεωρηθεί η συζυγής βάση του ισχυρού οξέος HCl. Οπότε στο διάλυμα το pH = 7.

2.3

α) Λ



Από την αντίδραση συνάγεται ότι σχηματίζεται το άλας του αντίστοιχου οξέος.

Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1

α) Συγκρίνοντας το σχήμα **A** με το σχήμα **B** παρατηρούμε ότι:

i) η στάθμη του διαλύματος στον εσωτερικό σωλήνα που περιέχει το **πυκνότερο** διάλυμα γλυκόζης έχει ανέβει,

ii) η στάθμη του διαλύματος στο εξωτερικό γυάλινο δοχείο που περιέχει το **αραιότερο** διάλυμα γλυκόζης έχει κατέβει.

Το αντίθετο φαίνεται να έχει συμβεί στη διάταξη του σχήματος Γ.

Δεδομένου ότι τα δύο υδατικά διαλύματα γλυκόζης χωρίζονται από τα τοιχώματα του σωλήνα, ο οποίος είναι κατασκευασμένος από ημιπερατή μεμβράνη, πραγματοποιείται το φαινόμενο της ώσμωσης. Γνωρίζουμε ότι στα ωσμωτικά φαινόμενα το νερό μετακινείται από το υπότονο διάλυμα προς το υπέρτονο, άρα θα μετακινηθεί νερό από το εξωτερικό διάλυμα προς τον εσωτερικό σωλήνα, οπότε στον εσωτερικό σωλήνα η στάθμη του νερού θα ανέβει και στο γυάλινο δοχείο θα κατέβει σε σχέση με την αρχική κατάσταση (σχήμα A).

Επομένως το **σχήμα B** απεικονίζει σωστά τα πειραματικά αποτελέσματα.

β) Η κυτταρική μεμβράνη είναι ημιπερατή μεμβράνη, επιτρέπει δηλαδή τη δίοδο των μορίων του νερού, όχι όμως άλλων μεγαλύτερων μορίων. Για να μην υπάρχουν μορφολογικές μεταβολές των ερυθρών αιμοσφαιρίων (διόγκωση ή/και διάρρηξη ή συρρίκνωση), θα πρέπει τα διαλύματα που έρχονται σε επαφή με αυτά να έχουν την ίδια ωσμωτική πίεση με το αίμα. Ο φυσιολογικός ορός (διάλυμα NaCl 0,9 %w/w) είναι διάλυμα **ισοτονικό** με το αίμα, έχει δηλαδή την ίδια ωσμωτική πίεση.

Αντίθετα, αν βυθιστούν ερυθρά αιμοσφαίρια σε καθαρό νερό (υποτονικό διάλυμα), αυτά θα διογκωθούν και θα σπάσουν (αιμόλυση των ερυθρών αιμοσφαιρίων). Για να αποφευχθεί αυτό τα ερυθρά αιμοσφαίρια **δεν** διατηρούνται σε καθαρό νερό αλλά σε ισοτονικό διάλυμα φυσιολογικού ορού.

2.2.

α) Η ελάττωση της θερμοκρασίας γενικά μειώνει την ταχύτητα των χημικών αντιδράσεων. Έτσι η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης (1) θα **μειωθεί** με την ελάττωση της θερμοκρασίας.

Η ελάττωση της θερμοκρασίας μετατοπίζει τη χημική ισορροπία των ενδόθερμων αντιδράσεων προς τα αριστερά, μειώνοντας έτσι την απόδοσή τους. Δεδομένου ότι

η αντίδραση $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ είναι ενδόθερμη, η ελάττωση της θερμοκρασίας θα προκαλέσει **μείωση** της απόδοσής της.

β) Η τιμή της K_c θα **μειωθεί** με τη μείωση της θερμοκρασίας (μεταβολή iii).

Η τιμή της σταθεράς ισορροπίας K_c των χημικών αντιδράσεων επηρεάζεται **μόνον** από τη θερμοκρασία. Όπως είδαμε στο προηγούμενο ερώτημα, με ελάττωση της θερμοκρασίας η συγκεκριμένη ισορροπία μετατοπίζεται προς τα αριστερά, αφού είναι ενδόθερμη αντίδραση, και επομένως μειώνεται η K_c .

Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1

α)

i. $n = 4, l = 0, m_l = 0, m_s = +\frac{1}{2}$ Το ηλεκτρόνιο βρίσκεται στην υποστιβάδα 4s.

ii. $n = 3, l = 1, m_l = 1, m_s = -\frac{1}{2}$ Το ηλεκτρόνιο βρίσκεται στη μία από τις τρεις ισοενεργειακές 3p υποστιβάδες.

iii. $n = 3, l = 2, m_l = 1, m_s = +\frac{1}{2}$ Το ηλεκτρόνιο βρίσκεται σε μία από τις πέντε ισοενεργειακές 3d υποστιβάδες.

Σύμφωνα με την αρχή της ελάχιστης ενέργειας, ανάμεσα σε δύο υποστιβάδες, τη χαμηλότερη ενέργεια έχει εκείνη με το μικρότερο άθροισμα των κβαντικών αριθμών ($n + l$) και όταν το άθροισμα είναι το ίδιο για δύο υποστιβάδες, μικρότερη ενέργεια έχει εκείνη με το μικρότερο n . Γι' αυτόν τον λόγο κατά την ηλεκτρονιακή δόμηση συμπληρώνεται πρώτα η υποστιβάδα 4s και μετά η 3d. Όμως μετά την εισαγωγή ηλεκτρονίων στην υποστιβάδα 3d αυτή αποκτά μικρότερη ενέργεια από την 4s. Επομένως η ενέργεια των ηλεκτρονίων στις παραπάνω υποστιβάδες διατάσσεται ως εξής:

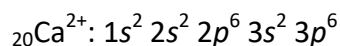
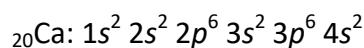
$$E_{e,3p} < E_{e,3d} < E_{e,4s}$$

Επομένως τα ηλεκτρόνια κατατάσσονται ως εξής όσον αφορά την ενέργειά τους

$$ii < iii < i$$

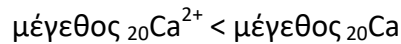
β)

i. Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου ${}_{20}\text{Ca}$ και του κατιόντος του ${}_{20}\text{Ca}^{2+}$ έχουν ως εξής:

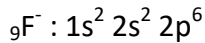
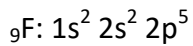


Το Ca έχει ηλεκτρόνια σε 4 στιβάδες. Για να μετατραπεί σε ιόν αποβάλλει 2 ηλεκτρόνια από την εξωτερική στιβάδα του, με αποτέλεσμα τα ηλεκτρόνια του ιόντος να κατανέμονται σε 3 στιβάδες, δηλαδή σε 1 στιβάδα λιγότερη από ό,τι στο ουδέτερο άτομο (επιπλέον μεταπίπτει σε ηλεκτρονική διαμόρφωση υψηλής σταθερότητας $3s^2 3p^6$). Έτσι τα ηλεκτρόνια του ιόντος έλκονται

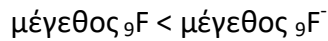
ισχυρότερα από τον πυρήνα, με αποτέλεσμα το μέγεθος του ιόντος να είναι μικρότερο από το μέγεθος του ουδέτερου ατόμου. Επομένως



ii. Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου ${}_9\text{F}$ και του ανιόντος του ${}_9\text{F}^-$ έχουν ως εξής:



Για να μετατραπεί σε ανιόν το ${}_9\text{F}$ έχει προσλάβει ένα ηλεκτρόνιο, με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι απώσεις μεταξύ των ηλεκτρονίων και να μεγαλώνει το μέγεθος του ηλεκτρονιακού νέφους. Συνεπώς, το μέγεθος του ανιόντος ${}_9\text{F}^-$ είναι μεγαλύτερο από αυτό του ουδέτερου ατόμου ${}_9\text{F}$. Επομένως

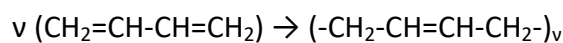


2.2

α) Το πολυμερές Α είναι το πολυαιθυλένιο (PE) και παρασκευάζεται από τον πολυμερισμό του μονομερούς $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ (αιθένιο ή αιθυλένιο)

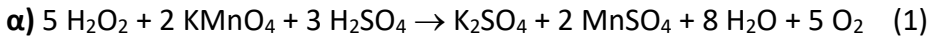
Το πολυμερές Β είναι το πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC) και παρασκευάζεται από τον πολυμερισμό του μονομερούς $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}$ (βινυλοχλωρίδιο ή χλωροαιθένιο)

β) Το μονομερές από το οποίο παρασκευάστηκε το συγκεκριμένο πολυμερές είναι το 1,3-βουταδιένιο ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$), ο πολυμερισμός του οποίου λέγεται πολυμερισμός 1, 4.



Ενδεικτική επίλυση

4.1



β) Τα mol του KMnO_4 που αντέδρασαν είναι $n = c \cdot V = 0,03 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot 20 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

Από τη χημική εξίσωση της αντίδρασης (1) συνεπάγεται ότι:

5 mol H_2O_2 αντιδρούν με 2 mol KMnO_4

x mol H_2O_2 αντιδρούν με $0,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol KMnO}_4$

$$5 \cdot 0,6 \cdot 10^{-3} = 2x \Rightarrow x = 1,5 \cdot 10^{-3}$$

Άρα, σε όγκο 20 mL διαλύματος Δ1 περιέχονται $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol H}_2\text{O}_2$

Σε 100 mL διαλύματος Δ1 περιέχονται γ mol H_2O_2

$$20 \cdot \gamma = 100 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \gamma = 7,5 \cdot 10^{-3}$$

Επομένως στα 100 mL διαλύματος Δ1 περιέχονται $7,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol H}_2\text{O}_2$.

Στα 100 mL του διαλύματος Δ1 περιέρχονται 5 mL από το υγρό καθαρισμού.

Επομένως, στα 5 mL υγρού καθαρισμού περιέχονται $7,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol H}_2\text{O}_2$.

Στα 100 mL υγρού καθαρισμού περιέχονται z mol H_2O_2

$$5 \cdot z = 100 \cdot 7,5 \cdot 10^{-3} \Rightarrow z = 0,15$$

Επομένως στα 100 mL υγρού καθαρισμού περιέχονται 0,15 mol H_2O_2

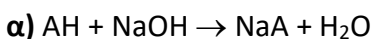
Για το H_2O_2 : $M_r = 2 \cdot A_r(\text{H}) + 2 \cdot A_r(\text{O}) = 2 \cdot 1 + 2 \cdot 16 = 34$

Άρα το 1 mol H_2O_2 ζυγίζει 34 g. Επομένως τα 0,15 mol H_2O_2 ζυγίζουν:

$$m = 0,15 \cdot 34 \text{ g} = 5,1 \text{ g.}$$

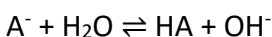
Η ποσότητα αυτή του H_2O_2 περιέχεται σε 100 mL υγρού καθαρισμού. Επομένως η % w / v περιεκτικότητα του υγρού καθαρισμού σε H_2O_2 είναι 5,1 % w / v.

4.2



Στο ισοδύναμο σημείο: $\text{NaA} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{A}^-$

Το Na^+ δεν αντιδρά με το νερό διότι είναι προέρχεται από την ισχυρή βάση NaOH . Το A^- είναι η συζυγής βάση του ασθενούς οξέος HA και επομένως αντιδρά με το νερό.



Οπότε στο ισοδύναμο σημείο το $\text{pH} > 7$. Με δεδομένο ότι ένας δείκτης θεωρείται κατάλληλος για ογκομέτρηση σε περιοχές pH μεταξύ $\text{pK}_{\text{δείκτη}} - 1$ και $\text{pK}_{\text{δείκτη}} + 1$, κατάλληλος δείκτης είναι το ερυθρό της κρεσόλης.

β) Από το διάγραμμα 1 φαίνεται ότι στο ισοδύναμο σημείο προστέθηκε διάλυμα NaOH όγκου $V =$

14 mL.

Επομένως στο ισοδύναμο σημείο: $\text{mol NaOH} = \text{mol HA} = c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} = 0,01 \cdot 14 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 1,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

$1,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol HA}$ περιέχονται σε 10 mL διαλύματος Δ1

$x \text{ mol HA}$ περιέχονται σε 200 mL διαλύματος Δ1

$$10 \cdot x = 200 \cdot 1,4 \cdot 10^{-4} \Rightarrow x = 2,8 \cdot 10^{-3}$$

Επομένως στα 200 mL διαλύματος Δ1 περιέχονται $2,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol HA}$.

Στα 200 mL διαλύματος Δ1 έχει διαλυθεί ένα δισκίο βιταμίνης C. Επομένως σε ένα δισκίο βιταμίνης C περιέχονται $2,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol HA}$.

Για το HA: $M_r = 176$

Άρα το 1 mol HA ζυγίζει 176 g. Επομένως τα $2,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol HA}$ ζυγίζουν:

$$m = 2,8 \cdot 10^{-3} \cdot 176 \text{ g} = 492,8 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 492,8 \text{ mg}$$

Άρα η μάζα του ασκορβικού οξέος προσδιορίστηκε ίση με 492,8mg σε ένα δισκίο της βιταμίνης C που ζυγίζει 500 mg.

Ενδεικτική επίλυση

4.1

α) Από το διάγραμμα 1 φαίνεται ότι στο ισοδύναμο σημείο προστέθηκε διάλυμα NaOH όγκου $V = 20 \text{ mL}$.

Επομένως στο ισοδύναμο σημείο: $\text{mol NaOH} = \text{mol HA} = 20 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1 \text{ mol} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

$2 \cdot 10^{-3} \text{ mol HA}$ περιέχονται σε 20 mL διαλύματος Δ1

$x \text{ mol HA}$ περιέχονται σε 100 mL διαλύματος Δ1

$$20 \cdot x = 100 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \Rightarrow x = 10^{-2}$$

Επομένως στα 100 mL διαλύματος Δ1 περιέχονται 10^{-2} mol HA .

Για το HA: $M_r = 1 \cdot A_r(\text{N}) + 3 \cdot A_r(\text{H}) + 3 \cdot A_r(\text{O}) + 1 \cdot A_r(\text{S}) = 1 \cdot 14 + 3 \cdot 1 + 3 \cdot 16 + 1 \cdot 32 = 97$

Άρα το 1 mol HA ζυγίζει 97 g . Επομένως τα 10^{-2} mol HA ζυγίζουν:

$$m = 10^{-2} \cdot 97 \text{ g} = 0,97 \text{ g}$$

Επομένως η μάζα του καθαρού σουλφαμικού οξέος στο φακελάκι είναι $0,97 \text{ g}$.

β) Αφού στα 100 mL διαλύματος Δ1 περιέχονται 10^{-2} mol HA ,

στα 1000 mL διαλύματος Δ1 περιέχονται $0,1 \text{ mol HA}$,

Επομένως η συγκέντρωση του διαλύματος Δ1 είναι $0,1 \text{ M}$.

Από το διάγραμμα ογκομέτρησης συνάγεται ότι το pH του διαλύματος Δ1 είναι ίσο με 1.

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-1} = 0,1 \text{ M}$$

Από τα (1) και (2) συνάγεται ότι το σουλφαμικό οξύ είναι ισχυρό οξύ.

4.2

α) $3 \text{ CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 2 \text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 8 \text{ H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 3 \text{ CH}_3\text{COOH} + 2 \text{ Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 2 \text{ K}_2\text{SO}_4 + 11 \text{ H}_2\text{O}$ (1)

β) Τα mol του $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ που προστέθηκαν είναι $n_1 = c \cdot V = 0,01 \cdot 25 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$.

Τα mol του $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ που αντέδρασαν είναι $n_2 = (2,5 \cdot 10^{-4} - 1,6 \cdot 10^{-4}) \text{ mol} = 0,9 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$.

Από την ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση (1) συνάγεται ότι:

$3 \text{ mol CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ αντιδρούν με $2 \text{ mol K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

$y \text{ mol CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ αντιδρούν με $0,9 \cdot 10^{-4} \text{ mol K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

$$2 \cdot y = 3 \cdot 0,9 \cdot 10^{-4} \Rightarrow y = 1,35 \cdot 10^{-4}$$

Επομένως στο 1 mL του διαλύματος Δ1 περιέχονται $1,35 \cdot 10^{-4} \text{ mol CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, και συνεπώς σε

όγκο $1 \text{ L} = 1000 \text{ mL}$ περιέχονται $1,35 \cdot 10^{-4} \cdot 1000 \text{ mol} = 0,135 \text{ mol CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$.

Τα $0,135 \text{ mol CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ περιέχονται σε 20 mL αλκοολούχου ποτού

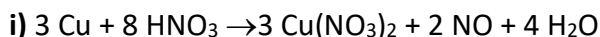
$z \text{ mol CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ περιέχονται σε 1000 mL αλκοολούχου ποτού

$$20 \cdot z = 0,135 \cdot 1000 \Rightarrow z = 7,85$$

Επομένως η συγκέντρωση του αλκοολούχου ποτού σε αιθανόλη είναι 7,85 Μ.

Ενδεικτική επίλυση

4.1

ii) Αν x ο Α.Ο. του N στην ένωση HNO_3 τότε ισχύει: $1 \cdot (+1) + x + 3 \cdot (-2) = 0 \Rightarrow x = +5$ Αν y ο Α.Ο. του N στην ένωση NO τότε ισχύει: $1 \cdot (-2) + y = 0 \Rightarrow -y = +2$ Επομένως το N ανάγεται και άρα το HNO_3 στην παραπάνω αντίδραση δρα ως οξειδωτικό.iii) Για το CuCNS : $M_r = 1 \cdot A_r(\text{Cu}) + 1 \cdot A_r(\text{C}) + 1 \cdot A_r(\text{N}) + 1 \cdot A_r(\text{S}) = 1 \cdot 63,5 + 1 \cdot 12 + 1 \cdot 14 + 1 \cdot 32 = 121,5$

$$n_{\text{CuCNS}} = \frac{1,215}{121,5} = 0,01 \text{ mol}$$

Από τη χημική εξίσωση 2:

$$n_{\text{Cu}^+} = n_{\text{CuCNS}} \Rightarrow n_{\text{Cu}^+} = 0,01 \text{ mol}$$

$$n_{\text{Cu}^+} = n_{\text{Cu}^{+2}}$$

Άρα από τη χημική εξίσωση 1:

$$n_{\text{Cu}} = n_{\text{Cu}^{+2}} = 0,01 \text{ mol}$$

Το 1 mol Cu ζυγίζει 63,5 g. Επομένως τα 0,01 mol Cu ζυγίζουν:

$$m = 0,01 \cdot 63,5 \text{ g} = 0,635 \text{ g}$$

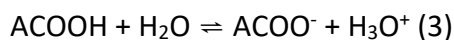
Η μάζα του Cu περιέχεται σε 1 g υλικού του νομίσματος. Άρα σε 100 g του υλικού περιέχεται μάζα Cu:

$$m_1 = 100 \cdot 0,635 \text{ g} = 63,5 \text{ g}$$

Επομένως το ποσοστό % του Cu στο υλικό του νομίσματος είναι 63,5 %.

4.2

α) Ο ιοντισμός του οξέος περιγράφεται με τη χημική εξίσωση 3:



M	$\text{ACOOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{ACOO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$			
αρχικά	0,05			
αντιδρούν	x			
παράγονται			x	x
ιοντική ισορροπία	0,05 - x		x	x

$$K_{a,\text{ACOOH}} = \frac{[\text{ACOO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{ACOOH}]} \Rightarrow K_{a,\text{ACOOH}} = \frac{x^2}{0,05 - x} \text{ M} \Rightarrow K_{a,\text{ACOOH}} \approx \frac{x^2}{0,05} \text{ M}$$

$$\text{Επομένως } x^2 = 0,05 \cdot 3,2 \cdot 10^{-4} \Rightarrow x = 4 \cdot 10^{-3} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_2 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

Επομένως το pH του διαλύματος ACOOH είναι:

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log[4 \cdot 10^{-3}] = 3 - \log 4 = 2,4$$

Σύμφωνα με τα δεδομένα του προβλήματος η συγκεκριμένη μαρμελάδα δεν θα πήξει.

β) Για την αντίδραση 1:

mol	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH(l)} + \text{CH}_3\text{OH(l)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOCH}_3\text{(l)} + \text{H}_2\text{O(l)}$			
αρχικά	0,3	0,6		
αντιδρούν	x	x		
παράγονται			x	
χημική ισορροπία	0,3 - x	0,6 - x	x	

$0,3 - x = 0,12$. Επομένως $x = 0,18$, δηλαδή σχηματίστηκαν $0,18 \text{ mol CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOCH}_3$.

Σύμφωνα με τη στοιχειομετρία της αντίδρασης 1 η CH_3OH βρίσκεται σε περίσσεια και επομένως η απόδοση της αντίδρασης θα υπολογιστεί με βάση το $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$.

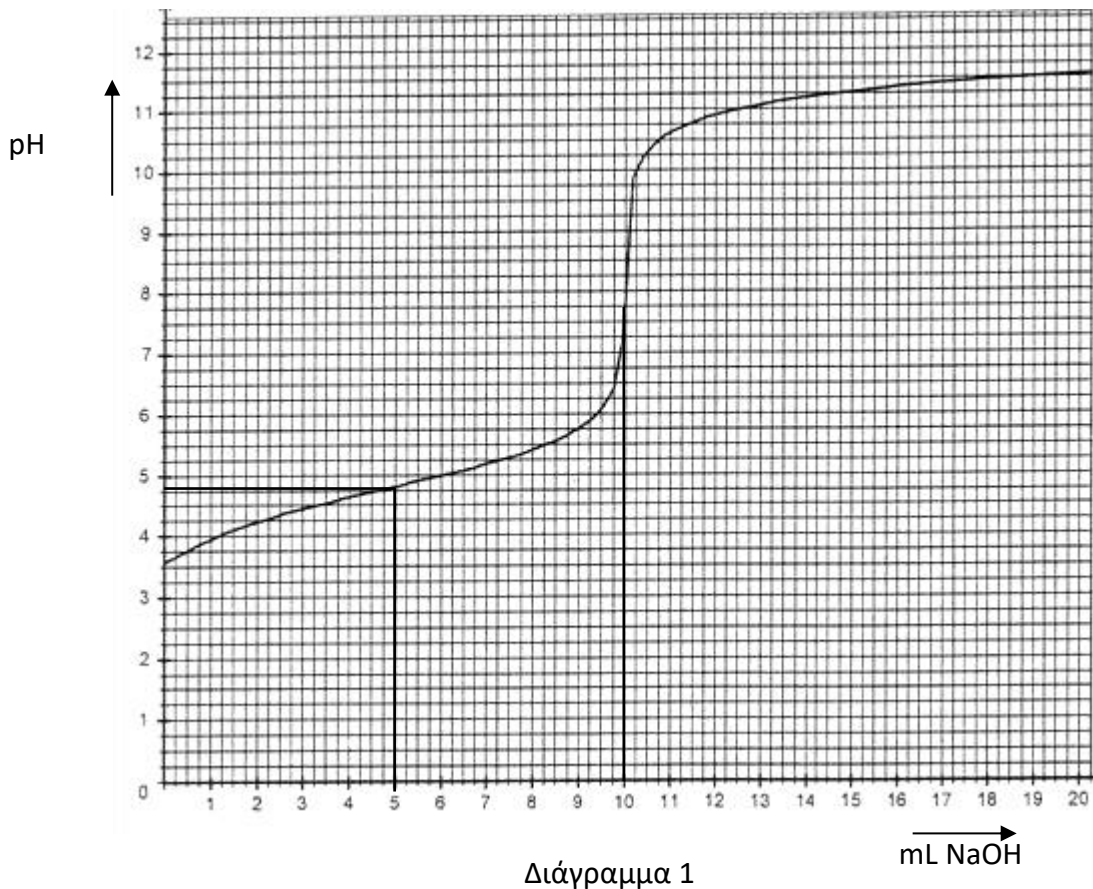
Θεωρητικά, σύμφωνα με τη στοιχειομετρία της αντίδρασης, από $0,3 \text{ mol CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ παράγονται $0,3 \text{ mol CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOCH}_3$.

Επομένως η απόδοση της αντίδρασης 1 είναι:

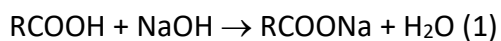
$$\alpha = \frac{0,18}{0,3} = 0,6 \text{ ή } 60 \%$$

Ενδεικτική επίλυση

4.1

**α)**

Από το διάγραμμα 1 συνάγεται ότι στο ισοδύναμο σημείο έχει προστεθεί όγκος διαλύματος NaOH ίσος με 10 mL.



Επομένως στο ισοδύναμο σημείο: $\text{mol NaOH} = \text{mol RCOOH} = c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} = 0,025 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

$2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol RCOOH}$ περιέχονται σε 50 mL διαλύματος Δ1

$x \text{ mol RCOOH}$ περιέχονται σε 1000 mL διαλύματος Δ1

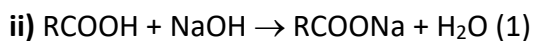
$$50 \cdot x = 1000 \cdot 2,5 \cdot 10^{-4} \Rightarrow x = 0,005$$

Επομένως στο διάλυμα Δ1 η συγκέντρωση του RCOOH είναι $0,005 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

β)

i) Από το διάγραμμα 1 συνάγεται ότι το pH του διαλύματος όταν έχει προστεθεί όγκος

διαλύματος NaOH $V = \frac{V_{I\Sigma}}{2} = 5 \text{ mL}$ είναι ίσο με 4,8.



Στο σημείο που έχει προστεθεί στο ογκομετρούμενο διάλυμα όγκος διαλύματος NaOH

$$V = \frac{V_{I\Sigma}}{2}$$

mol προστιθέμενου NaOH: $n_b = c_b \cdot V_b = 0,025 \cdot 0,005 \text{ mol} = 1,25 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

mol RCOOH που αντέδρασαν, με δεδομένο ότι το οξύ είναι μονοπρωτικό: $n_a = 1,25 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

Επομένως στο ογκομετρούμενο διάλυμα παρέμειναν $(2,5 \cdot 10^{-4} - 1,25 \cdot 10^{-4}) \text{ mol} = 1,25 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ RCOOH.

Συγχρόνως έχουν παραχθεί, με βάση τη στοιχειομετρία της αντίδρασης (1), mol RCOONa:

$$n_{\text{RCOONa}} = n_{\text{NaOH}} = 1,25 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Άρα τελικά στο διάλυμα υπάρχουν: $1,25 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ RCOOH και $1,25 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ RCOONa, επομένως το διάλυμα είναι ρυθμιστικό και ισχύει η εξίσωση Henderson=Hasselbalch:

$$\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{[\text{CH}_3\text{COONa}]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \Rightarrow 4,8 = \text{pKa} + \log \frac{\left[\frac{1,25 \cdot 10^{-4}}{V} \right]}{\left[\frac{1,25 \cdot 10^{-4}}{V} \right]} \Rightarrow 4,8 = \text{pKa}$$

Επομένως, από τα δεδομένα του Πίνακα 1 προκύπτει ότι το ζητούμενο οξύ είναι το CH₃COOH.

4.2

α) οξειδωτικό: Ce

αναγωγικό: Fe

β) Ο Α.Ο. του Ce μεταβάλλεται από +4 σε +3, επομένως το Ce⁴⁺ ανάγεται και κατά συνέπεια προκαλεί οξείδωση, είναι δηλαδή οξειδωτικό.

Ο Α.Ο. του Fe μεταβάλλεται από +2 σε +3, επομένως ο Fe²⁺ οξειδώνεται και κατά συνέπεια προκαλεί αναγωγή, είναι δηλαδή αναγωγικό.

γ) Σύμφωνα με τη στοιχειομετρία της αντίδρασης 1:

$$\text{mol} (\text{Ce}^{4+}) = \text{mol} (\text{Fe}^{2+}) \Rightarrow$$

Σε 1 mol (CH₃COO)₂Fe περιέχεται ένα mol Fe²⁺

Άρα mol (Fe²⁺) = $c \cdot V = 0,1 \cdot 15 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$.

1 mol Fe²⁺ ζυγίζει 56 g επομένως τα $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ Fe²⁺ ζυγίζουν $56 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 0,084 \text{ g}$.

Επομένως στο διάλυμα Δ2 περιέχονται 0,084 g Fe²⁺.